

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 848 220 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

17.06.1998 Bulletin 1998/25(51) Int Cl.⁶: **F25J 3/04**(21) Numéro de dépôt: **97402990.2**(22) Date de dépôt: **10.12.1997**

(84) Etats contractants désignés:

AT BE CH 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(30) Priorité: **12.12.1996 FR 9615281**(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR****L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE****75321 Paris Cédex 07 (FR)**

(72) Inventeurs:

- **Guillard, Alain**
75016 Paris (FR)

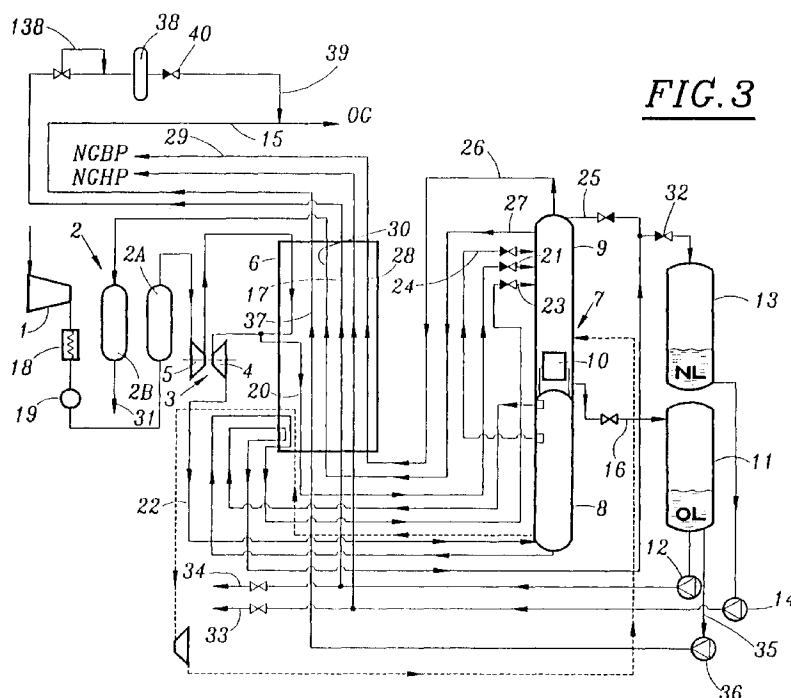
- **Le Bot, Patrick**
78300 Poissy (FR)

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan et al**
L'Air Liquide,
Service Brevets et Marques,
75, quai d'Orsay
75321 Paris Cédex 07 (FR)
(54) Procédé et installation de fourniture d'un débit variable d'un gaz de l'air

(57) Jusqu'à une certaine valeur (D1) du débit demandé (D), on amène ce débit à la pression d'utilisation et on l'envoie à la conduite consommatrice. Lorsque le débit demandé est inférieur à la valeur (D1), le complément à (D1) est porté à une haute pression supérieure à la pression d'utilisation et envoyé dans une capacité-

tampon. Au-delà de la valeur (D1), on complète le débit par un débit prélevé dans la capacité-tampon et détendu à la pression d'utilisation.

Application à l'alimentation en oxygène des installations sidérurgiques à fours à arc électrique ou des installations d'affinage de cuivre.

**FIG. 3****EP 0 848 220 A1**

Description

La présente invention est relative à un procédé pour fournir à une conduite consommatrice, pendant un intervalle de temps, un débit demandé variable d'un constituant de l'air, notamment d'oxygène, produit par un appareil de distillation d'air. Elle s'applique en particulier à la fourniture d'oxygène sous pression à débit fortement variable.

Les pressions dont il est question ici sont des pressions absolues, et les débits sont des débits molaires.

Dans certaines activités industrielles telles que la sidérurgie des fours à arc électrique ou l'affinage de cuivre, l'oxygène est utilisé en "batch", avec des variations importantes de débit et à des pressions moyennement élevées (de l'ordre de quelques bars à une vingtaine de bars). Diverses solutions sont classiquement utilisées afin de suivre ces évolutions de débit.

Par exemple, EP-A-0 422 974 au nom de la Demanderesse décrit un procédé "à bascule" destiné à la production d'oxygène gazeux à débit variable. L'oxygène demandé est soutiré d'un réservoir, porté par pompage à la pression d'utilisation, et vaporisé par condensation d'un débit variable d'air à distiller.

Dans ce procédé connu, il est facile de montrer que pour maintenir constants les débits d'alimentation et de soutirage de l'appareil de distillation, il est nécessaire de faire varier le débit d'air entrant dans le même sens que les variations de la consommation d'oxygène. Dans le cas où l'oxygène est produit sous pression, l'air que l'on condense pour vaporiser l'oxygène liquide est surpressé par un surpresseur additionnel, et, lorsque la demande en oxygène varie, il faut faire varier de façon importante à la fois le débit surpressé et le débit comprimé par le compresseur principal.

Par conséquent, dans ce procédé connu, le compresseur, et éventuellement le surpresseur, sont surdimensionnés de façon importante par rapport au débit nominal d'oxygène à produire. De plus, ils travaillent pendant la majorité du temps à des débits fortement différents de leur débit nominal, et donc avec un rendement dégradé. A ceci s'ajoute le fait que le bon fonctionnement de la bascule suppose la présence permanente d'une réserve des deux liquides.

Il a également été proposé de stocker du gaz à produire, sous forme gazeuse, dans une capacité auxiliaire ou "buffer", à une pression supérieure à la pression de production. Cependant, cette solution n'est pas satisfaisante, car elle nécessite la mise en place de buffers de très grande dimension pour faire face à des pointes de consommation de longue durée. De plus, la production de la totalité du gaz à la pression du buffer est coûteuse en énergie.

L'invention a pour but de permettre la fourniture de gaz de l'air à débit variable dans des conditions particulièrement efficaces et économiques.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour fournir à une conduite consommatrice, pendant un in-

tervalle de temps, un débit demandé variable d'un constituant de l'air, notamment d'oxygène, produit par un appareil de distillation d'air, caractérisé en ce que :

- 5 - on soutire de l'appareil un débit total dudit constituant de valeur constante;
- on divise l'intervalle de temps en plusieurs types de périodes, à savoir :
 - 10 . éventuellement, au moins une première période pendant laquelle le débit demandé est égal audit débit total;
 - . au moins une deuxième période pendant laquelle le débit demandé est inférieur audit débit total; et
 - 15 . au moins une troisième période pendant laquelle le débit demandé est supérieur audit débit total;
- 20 - pendant ladite ou lesdites premières périodes, on amène ledit débit total à la pression d'utilisation, et on l'envoie à la conduite consommatrice;
- pendant ladite ou lesdites deuxièmes périodes :
 - 25 . on amène le débit demandé à la pression d'utilisation, et on l'envoie à la conduite consommatrice; et
 - . on amène à une haute pression supérieure à la pression d'utilisation un débit de stockage dudit constituant égal à la différence entre ledit
 - 30 débit total et le débit demandé, et on stocke ce débit de stockage dans au moins une capacité-tampon; et
- 35 - pendant ladite ou lesdites troisièmes périodes :
 - . on amène ledit débit total à la pression d'utilisation, et on l'envoie à la conduite consommatrice; et
 - 40 . on envoie en outre dans la conduite consommatrice un débit complémentaire dudit constituant égal à la différence entre le débit demandé et ledit débit total, ce débit complémentaire étant prélevé dans au moins une capacité-tampon et détendu à la pression d'utilisation.

Le procédé suivant l'invention peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- 50 - on soutire ledit débit total sous forme liquide de l'appareil de distillation, et on le comprime sous cette forme par pompage avant de le vaporiser;
- on amène à la pression d'utilisation un premier débit de liquide au moyen d'une première pompe, on
- 55 amène à la haute pression le débit destiné à la capacité-tampon au moyen d'une seconde pompe, et on vaporise chaque flux de liquide sous sa pression de pompage;

- on amène ledit débit total à la pression d'utilisation au moyen d'une pompe unique, on vaporise ce liquide et on porte à la haute pression la fraction du gaz ainsi obtenu qui est destinée à la capacité-tampon;
- on amène ledit débit total à la haute pression au moyen d'une pompe unique, on détend une fraction de ce débit total à la pression d'utilisation, et on vaporise les deux flux chacun sous sa pression;
- on soutire sous forme liquide de l'appareil de distillation un premier débit, on le comprime par pompage, et on le vaporise sous cette pression; et on soutire sous forme gazeuse de l'appareil de distillation le reste dudit débit total, et on le comprime sous cette forme;
- on soutire ledit débit total sous forme gazeuse de l'appareil de distillation, on comprime à la pression d'utilisation une fraction de ce gaz, et on comprime à la haute pression le débit complémentaire destiné à la capacité-tampon;
- on comprime chaque débit indépendamment à partir de la pression de soutirage de l'appareil de distillation;
- on comprime ledit débit total à la pression d'utilisation, et on comprime une fraction de ce premier débit de la pression d'utilisation à la haute pression.

L'invention a également pour objet une installation de distillation d'air destinée à la mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus. Cette installation comprend, suivant l'invention, des moyens pour soutirer de l'appareil de distillation un débit total constant dudit constituant; une capacité-tampon; des premiers moyens pour amener une partie au moins dudit débit total à la pression d'utilisation et sous forme gazeuse, ces premiers moyens étant reliés à la conduite consommatrice; des seconds moyens pour amener un second débit dudit constituant à une haute pression supérieure à la pression d'utilisation et sous forme gazeuse, ces seconds moyens étant reliés à la capacité-tampon; et une conduite auxiliaire munie d'une vanne de détente commandée, reliant la capacité-tampon à la conduite consommatrice.

Suivant diverses caractéristiques optionnelles de cette installation :

- les premiers moyens comprennent une première pompe et des premiers moyens de vaporisation, et les seconds moyens comprennent une seconde pompe et des seconds moyens de vaporisation;
- les premiers moyens comprennent une pompe et des moyens de vaporisation, et les seconds moyens comprennent un compresseur dont l'aspiration est reliée à la sortie des moyens de vaporisation;
- les premiers moyens comprennent une pompe, une vanne de détente et des premiers moyens de vaporisation, et les seconds moyens comprennent

des seconds moyens de vaporisation reliés au refoulement de la pompe;

- les premiers moyens comprennent un compresseur dont l'aspiration est reliée à un point de soutirage de gaz de l'appareil de distillation, et les seconds moyens comprennent une pompe et des moyens de vaporisation reliés au refoulement de cette pompe;
- les premiers et les seconds moyens comprennent respectivement deux compresseurs dont les aspirations sont reliées en parallèle à un point de soutirage de l'appareil de distillation ;
- les premiers moyens comprennent un premier compresseur dont l'aspiration est reliée à un point de soutirage de gaz de l'appareil de distillation, et les seconds moyens comprennent un second compresseur dont l'aspiration est reliée au refoulement du premier compresseur.

Des exemples de mises en oeuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la Figure 1 illustre le procédé de l'invention au moyen de quatre diagrammes (a) à (d) ;
- la Figure 2 représente très schématiquement une installation suivant l'invention;
- la Figure 3 représente la même installation de manière plus détaillée;
- la Figure 4 est un diagramme d'échange thermique correspondant à cette installation, avec en abscisses les températures (en °C) et en ordonnées les quantités de chaleur échangées;
- les Figures 5 et 6 sont des vues analogues à la Figure 2, relatives respectivement à deux variantes de l'installation;
- la Figure 7 est une vue analogue à la Figure 2 d'une autre variante de l'installation;
- la Figure 8 est une vue analogue à la Figure 3 correspondant à l'installation de la Figure 7;
- les Figures 9 et 10 d'une part, 11 et 12 d'autre part, représentent deux autres modes de réalisation de l'installation, de manière analogue aux Figures 2 et 3 respectivement.

La Figure 1 (a) illustre une courbe simplifiée de demande d'oxygène sous une pression d'utilisation P, au cours d'une période de temps s'étendant d'un temps t = 0 à un temps T. Dans ce qui suit, on supposera la pression P constante et égale à 16 bars, mais on comprendra que cette pression P peut également fluctuer autour d'une valeur moyenne.

La demande variable d'oxygène est par exemple celle d'une installation sidérurgique à fours à arc électrique et comporte six intervalles de temps successifs :

- de t = 0 à t₁, le débit demandé est nul;
- de t₁ à t₂, le débit demandé est D₁;

- de t_2 à t_3 , le débit demandé est $D_2 > D_1$;
- de t_3 à t_4 , le débit demandé est $D_3 > D_2$;
- de t_4 à t_5 , le débit demandé est $D_4 < D_1$;

et

- de t_5 à T , le débit demandé est nul.

On a également indiqué par DN le débit nominal de l'installation de production d'oxygène. Ce débit DN est égal à D_1 dans cet exemple, mais, en variante, il pourrait être supérieur à cette valeur, si l'installation est destinée à fournir également de l'oxygène à d'autres consommateurs.

La Figure 1(b) représente la production d_1 d'oxygène à 16 bars par l'installation. Cette production varie comme suit :

- de $t = 0$ à t_1 : $d_1 = 0$
- de t_1 à t_4 , c'est-à-dire lorsque la demande en oxygène est supérieure ou égale à D_1 : $d_1 = D_1$;
- de t_4 à t_5 , c'est-à-dire lorsque la demande en oxygène est supérieure à 0 mais inférieure à D_1 : $d_1 = D_4$;
- de t_5 à T : $d_1 = 0$.

La Figure 1 (c) représente la production d_2 d'oxygène à une haute pression P_1 nettement supérieure à 16 bars, typiquement de l'ordre de 30 bars :

- de $t = 0$ à t_1 : $d_2 = D_1$;
- de t_1 à t_4 : $d_2 = 0$;
- de t_4 à t_5 : $d_2 = D_1 - D_4$;
- de t_5 à T : $d_2 = D_1$.

On voit donc que, sur toute la période 0, T, on a en permanence $d_1 + d_2 = D_1$, débit constant considéré comme "débit total" d'oxygène, vis-à-vis de l'utilisation considérée.

Le débit d_1 est directement envoyé à la conduite utilisatrice ou consommatrice, tandis que le débit d_2 est envoyé à une capacité-tampon ou buffer. Lorsque le débit D demandé est supérieur à D_1 , soit de t_2 à t_4 , le complément $d_3 = D - D_1$ est prélevé dans la capacité-tampon, détendu à la pression d'utilisation et introduit dans la conduite consommatrice. Ce débit d_3 est représenté par le diagramme (d).

Ainsi, la demande d'oxygène est fournie :

- de t_1 à t_2 et de t_4 à t_5 , uniquement par la production d'oxygène sous 16 bars, et
- de t_2 à t_4 , partiellement par cette production sous 16 bars et partiellement par de l'oxygène prélevé dans la capacité-tampon et détendu.

Les Figures 2, 3 et 5 à 11 représentent plusieurs installations différentes capables de mettre en oeuvre un tel procédé.

Les Figures 2 et 3 sont relatives à une installation voisine de celle représentée à la Figure 1 du US-A-5 329 776, et ne diffèrent de celle-ci que par l'ajout d'une ligne additionnelle 35 de soutirage d'oxygène liquide, d'une pompe additionnelle 36 adaptée pour porter cet oxygène liquide à la pression P précitée, de passages additionnelles 37 de la ligne d'échange thermique, pour la vaporisation et le réchauffage jusqu'au voisinage de la température ambiante de cet oxygène, d'un buffer 38 de stockage de l'oxygène haute pression provenant du circuit pompe 12-passages 17, d'un régulateur de pression 138 disposé en amont de ce buffer, et d'une ligne 39 munie d'une vanne de détente 40, reliant ce buffer à la conduite consommatrice 15.

Ainsi, comme décrit dans le US-A-5 329 776 précité, l'installation de distillation d'air représentée à la Figure 3 comprend essentiellement : un compresseur d'air 1; un appareil 2 d'épuration de l'air comprimé en eau et en CO_2 par adsorption, cet appareil comprenant deux bouteilles d'adsorption 2A, 2B dont l'une fonctionne en adsorption pendant que l'autre est en cours de régénération; un ensemble turbine-surpresseur 3 comprenant une turbine de détente 4 et un surpresseur 5 dont les arbres sont couplés; un échangeur de chaleur 6 constituant la ligne d'échange thermique de l'installation; une double colonne de distillation 7 comprenant une colonne moyenne pression 8 surmontée d'une colonne basse pression 9, avec un vaporiseur-condenseur 10 mettant la vapeur de tête (azote) de la colonne 8 en relation d'échange thermique avec le liquide de cuve (oxygène) de la colonne 9; un réservoir d'oxygène liquide 11 dont le fond est relié à une pompe d'oxygène liquide 12; et un réservoir d'azote liquide 13 dont le fond est relié à une pompe d'azote liquide 14.

Cette installation est destinée à fournir, via une conduite utilisatrice 15, de l'oxygène gazeux sous la pression d'utilisation P .

Pour cela, de l'oxygène liquide soutiré de la cuve de la colonne 9 via une conduite 16 et stocké dans le réservoir 11, est amené à la haute pression P_1 (30 bars) par la pompe 12 à l'état liquide, puis vaporisé et réchauffé sous cette haute pression dans des passages 17 de l'échangeur 6, dans les conditions de la Figure 1(c), et envoyé au buffer 38. Dans les conditions de la Figure 1 (d), cet oxygène est détendu en 40 et envoyé dans la conduite 15 via la conduite 39.

La chaleur nécessaire à cette vaporisation et à ce réchauffage, ainsi qu'au réchauffage et éventuellement à la vaporisation d'autres fluides soutirés de la double colonne, est fournie par l'air à distiller, dans les conditions suivantes.

La totalité de l'air à distiller est comprimée par le compresseur 1 à une première haute pression nettement supérieure à la moyenne pression de la colonne 8 d'utilisation. Puis l'air, prérefroidi en 18 et refroidi au voisinage de la température ambiante en 19, est épuré dans l'une, 2A par exemple, des bouteilles d'adsorption, et surpressé en totalité par le surpresseur 5, lequel est

entraîné par la turbine 4.

L'air est alors introduit au bout chaud de l'échangeur 6 et refroidi en totalité jusqu'à une température intermédiaire. A cette température, une fraction de l'air poursuit son refroidissement et est liquéfiée dans des passages 20 de l'échangeur, puis est détendue à la basse pression dans une vanne de détente 21 et introduite à un niveau intermédiaire dans la colonne 9. Le reste de l'air est détendue à la moyenne pression dans la turbine 4 puis envoyé directement, via une conduite 22, à la base de la colonne 8.

On reconnaît par ailleurs sur la Figure 3 les conduites habituelles des installations à double colonne, celle représentée étant du type dit "à minaret", c'est-à-dire avec production d'azote sous la basse pression : les conduites 23 à 25 d'injection dans la colonne 9, à des niveaux croissants, de "liquide riche" (air enrichi en oxygène) détendu, de "liquide pauvre inférieur" (azote impur) détendu et de "liquide pauvre supérieur" (azote pratiquement pur) détendu, respectivement, ces trois fluides étant respectivement soutirés à la base, en un point intermédiaire et au sommet de la colonne 8; et les conduites 26 de soutirage d'azote gazeux partant du sommet de la colonne 9 et 27 d'évacuation du gaz résiduaire (azote impur) partant du niveau d'injection du liquide pauvre inférieur. L'azote basse pression est réchauffé dans des passages 28 de l'échangeur 6 puis évacué via une conduite 29, tandis que le gaz résiduaire, après réchauffement dans des passages 30 de l'échangeur, est utilisé pour régénérer une bouteille d'adsorption, la bouteille 2B dans l'exemple considéré, avant d'être évacué via une conduite 31.

On voit encore sur la Figure 3 qu'une partie de l'azote liquide moyenne pression est, après détente dans une vanne de détente 32, stockée dans le réservoir 13, et qu'une production d'azote liquide et/ou d'oxygène liquide est fournie via une conduite 33 (pour l'azote) et/ou 34 (pour l'oxygène).

De plus, de l'oxygène liquide supplémentaire soutiré du réservoir 11 par la pompe 36 est vaporisé et réchauffé sous la pression d'utilisation de 16 bars dans des passages 37, dans les conditions de la Figure 1(b).

La pression de l'air surpressé en 5 est la pression de condensation de l'air par échange de chaleur avec l'oxygène en cours de vaporisation sous la pression d'utilisation P, c'est-à-dire la pression pour laquelle le genou 100 de liquéfaction de l'air, sur le diagramme d'échange thermique est situé légèrement à droite du palier vertical 101 de vaporisation de l'oxygène sous la pression P (Figure 4). L'écart de température au bout chaud de la ligne d'échange est ajusté au moyen de la turbine 4, dont la température d'aspiration est indiquée en 102.

En ce qui concerne ce débit d'oxygène haute pression, son palier 103 de vaporisation (Figure 4) est décalé vers la droite par rapport au genou 100 de liquéfaction de l'air surpressé, mais reste inférieur, dans cet exemple, à la température du point 102.

Au cours de l'intervalle de temps O, T, la longueur de chaque palier 101, 103 varie, mais la somme des deux longueurs reste constante.

Par rapport à une installation analogue à une seule pompe 12, c'est-à-dire telle que celle de la Figure 1 du US-A-5 329 776 précité, on obtient, toutes choses égales par ailleurs, un gain d'énergie dû à la présence du palier 101 en regard du genou 100. Cet excédent d'énergie peut se valoriser soit en évacuant de l'installation un supplément de liquide, généralement de l'azote liquide, soit en abaissant la pression de compression de l'air en 1, en maintenant bien entendu le genou 100 à droite du palier 101. Le gain d'énergie précité fluctue, au cours de l'intervalle de temps O, T, avec la longueur du palier 101.

La Figure 2 schématise la même installation en représentant seulement :

- la boîte froide 41 de l'installation, qui en contient les parties cryogéniques;
- les deux pompes à oxygène liquide 12 et 36, lesquelles, en pratique, sont bien entendu contenues dans la boîte froide; et
- la conduite consommatrice 15, le buffer 38, la ligne 39 et la vanne de détente 40.

On a ainsi schématisé le fait que les deux productions d'oxygène, respectivement sous 16 bars et sous 30 bars, dont la somme des débits est constamment égale à D1, sont fournies par compression-vaporisation-réchauffement de deux débits d'oxygène liquide provenant de la colonne basse pression 9.

En variante, au lieu d'être branchées en parallèle sur le réservoir 11, les pompes 12 et 36 peuvent être montées en série, l'aspiration de la pompe 12 étant piquée sur la conduite de refoulement de la pompe 36.

La Figure 5 représente une variante d'installation qui diffère de la précédente par la suppression de la pompe 36 et du circuit de vaporisation-réchauffement correspondant.

Ainsi, la totalité du débit D1 est amenée par la pompe 12 à 16 bars, vaporisé, réchauffé et envoyé dans la conduite 15.

Dans les conditions de la Figure 1(c), de l'oxygène est prélevé en un point 42 de la conduite 15, comprimé à 30 bars par un compresseur d'oxygène 43 et envoyé au buffer 38. Ce dernier est comme précédemment relié à la conduite 15 par la conduite 39 équipée de la vanne 40.

Dans la variante de la Figure 6, l'unique pompe 12 amène le débit D1 à 30 bars. Une fraction de ce débit est détendue à 16 bars dans une vanne de détente 143 et vaporisée, dans les conditions de la Figure 1(b), et envoyée à la conduite 15. Le reste du liquide est vaporisé sous la haute pression de 30 bars et envoyé au buffer 38.

Les Figures 7 et 8 représentent une autre variante de l'installation qui ne diffère de celle des Figures 2 et

3 que par le fait que l'oxygène à 16 bars est soutiré sous forme gazeuse de la cuve de la colonne basse pression 9, via une conduite 44, réchauffé sous la basse pression dans des passages 45 de la ligne d'échange 6, et porté à 16 bars par un compresseur d'oxygène 46. L'oxygène à 30 bars, quant à lui, est soutiré du réservoir 11 par la pompe 12, qui l'amène à cette haute pression sous forme liquide, puis est vaporisé et réchauffé dans les passages 17, et est envoyé directement au buffer 38.

Dans les modes de réalisation qui précèdent, il est possible d'ajouter une capacité-tampon d'air liquide, afin d'amortir les variations dans le temps du débit d'air liquéfié alimentant la double colonne.

Les Figures 9 et 10 illustrent la mise en oeuvre de l'invention avec un appareil classique de distillation d'air sans pompe, à cycle azote (turbine 47 détendant à la basse pression de l'azote moyenne pression) et à colonne de séparation d'argon (non représentée) couplée à la colonne basse pression par deux conduites 48.

Dans ce cas, le débit D1 d'oxygène est soutiré sous forme gazeuse de la cuve de la colonne basse pression et, après réchauffement, est comprimé à 16 bars et/ou à 30 bars, dans les conditions décrites plus haut, par deux compresseurs d'oxygène respectifs 49 et 50. Le compresseur 49 refoule directement dans la conduite 15, tandis que le compresseur 50 refoule dans le buffer 38.

L'installation des Figures 11 et 12 ne diffère de la précédente que par le fait que les deux compresseurs d'oxygène sont montés en série au lieu d'être montés en parallèle. Ainsi, le compresseur 49 comprime la totalité du débit D1 à 16 bars, et le compresseur 50 porte de 16 à 30 bars le débit d2 décrit en regard de la Figure 1(c).

Bien entendu, les compresseurs 49 et 50 peuvent être constitués par deux étages ou groupes d'étages d'une même machine.

Dans tout ce qui précède, on a appelé "pression d'utilisation" la pression de la conduite 15. Toutefois, ceci n'exclut pas une modification ultérieure de cette pression, par exemple par détente.

Par ailleurs, dans chaque mode de réalisation de l'installation, le régulateur de pression 138 peut être supprimé. La pression du buffer évolue alors entre les pressions P et P1 en fonction du temps.

En variante encore, le procédé de l'invention peut utiliser plusieurs buffers à des hautes pressions P1, P2, ... différentes, toutes nettement supérieures à la pression d'utilisation P. Lorsque le débit demandé est supérieur à D1, on prélève alors du gaz dans l'un ou l'autre des buffers, suivant les variations de ce débit.

Revendications

1. Procédé pour fournir à une conduite consommatrice (15), pendant un intervalle de temps (O, T), un débit demandé variable (D) d'un constituant de l'air,

notamment d'oxygène, produit par un appareil de distillation d'air (7), caractérisé en ce que :

- on soutire de l'appareil (7) un débit total dudit constituant de valeur constante (D1) ;
- on divise l'intervalle de temps (O, T) en plusieurs types de périodes, à savoir :
 - . éventuellement, au moins une première période (t1 à t2) pendant laquelle le débit demandé (D) est égal audit débit total (D1) ;
 - . au moins une deuxième période (0 à t1, t4 à T) pendant laquelle le débit demandé (D) est inférieur audit débit total (D1) ; et
 - . au moins une troisième période (t2 à t4) pendant laquelle le débit demandé (D) est supérieur audit débit total (D1) ;
- pendant ladite ou lesdites premières périodes, on amène ledit débit total (D1) à la pression d'utilisation (P), et on l'envoie à la conduite consommatrice (15) ;
- pendant ladite ou lesdites deuxièmes périodes :
 - . on amène le débit demandé (D) à la pression d'utilisation, et on l'envoie à la conduite consommatrice (15) ; et
 - . on amène à une haute pression (P1) supérieure à la pression d'utilisation (P) un débit de stockage (d2) dudit constituant égal à la différence entre ledit débit total (D1) et le débit demandé (D), et on stocke ce débit de stockage dans au moins une capacité-tampon (38) ; et
- pendant ladite ou lesdites troisièmes périodes :
 - . on amène ledit débit total (D1) à la pression d'utilisation (P), et on l'envoie à la conduite consommatrice (15) ; et
 - . on envoie en outre dans la conduite consommatrice (15) un débit complémentaire (d3) dudit constituant égal à la différence entre le débit demandé (D) et ledit débit total (D1), ce débit complémentaire étant prélevé dans au moins une capacité-tampon (38) et détendu à la pression d'utilisation (P).

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on soutire ledit débit total (D1) sous forme liquide de l'appareil de distillation (7), et on le comprime sous cette forme par pompage (en 12, 36) avant de le vaporiser (en 6).

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en

ce qu'on amène à la pression d'utilisation (P) un premier débit de liquide au moyen d'une première pompe (12), on amène à la haute pression (P1) le débit destiné à la capacité-tampon (38) au moyen d'une seconde pompe (36), et on vaporise (en 17, 37) chaque flux de liquide sous sa pression de pompage (Figures 2 et 3).

4. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'on amène ledit débit total (D1) à la pression d'utilisation (P) au moyen d'une pompe unique (12), on vaporise ce liquide (en 17) et on porte à la haute pression (P1) la fraction du gaz ainsi obtenu qui est destinée à la capacité-tampon (38) (Figure 5).

5. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'on amène ledit débit total (D1) à la haute pression (P1) au moyen d'une pompe unique (12), on détend (en 143) une fraction de ce débit total à la pression d'utilisation (P), et on vaporise les deux flux chacun sous sa pression (Figure 6).

6. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on soutire sous forme liquide de l'appareil de distillation (7) un premier des deux débits, on le comprime par pompage (en 12), et on le vaporise sous cette pression (en 17) ; et on soutire sous forme gazeuse de l'appareil de distillation le reste dudit débit total, et on le comprime sous cette forme (en 46) (Figures 7 et 8).

7. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on soutire ledit débit total (D1) sous forme gazeuse de l'appareil de distillation (7), on comprime à la pression d'utilisation (P) une fraction (d1) de ce gaz, et on comprime à la haute pression (P1) (en 50) le débit complémentaire (d2) destiné à la capacité-tampon (38) (Figures 9 à 12).

8. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce qu'on comprime chaque débit indépendamment à partir de la pression de soutirage de l'appareil de distillation (7) (Figures 9 et 10).

9. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce qu'on comprime ledit débit total (D1) à la pression d'utilisation (P), et on comprime une fraction de ce premier débit de la pression (P) d'utilisation à la haute pression (P1) (Figures 11 et 12).

10. Installation de distillation d'air destinée à fournir à une conduite consommatrice (15) un débit variable d'un constituant de l'air, notamment d'oxygène, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens pour soutirer de l'appareil de distillation (7) un débit total constant (D1) dudit constituant ; une capacité-tampon (38) ; des premiers moyens pour amener une partie au moins dudit débit total (D1) à la pression

d'utilisation (P) et sous forme gazeuse, ces premiers moyens étant reliés à la conduite consommatrice (15) ; des seconds moyens pour amener un second débit (d2) dudit constituant à une haute pression (P1) supérieure à la pression d'utilisation (P) et sous forme gazeuse, ces seconds moyens étant reliés à la capacité-tampon (38) ; et une conduite auxiliaire (39) munie d'une vanne de détente commandée (40), reliant la capacité-tampon à la conduite consommatrice (15).

11. Installation suivant la revendication 10, caractérisée en ce que les premiers moyens comprennent une première pompe (12) et des premiers moyens de vaporisation (17), et en ce que les seconds moyens comprennent une seconde pompe (36) et des seconds moyens de vaporisation (37) (Figures 2 et 3).

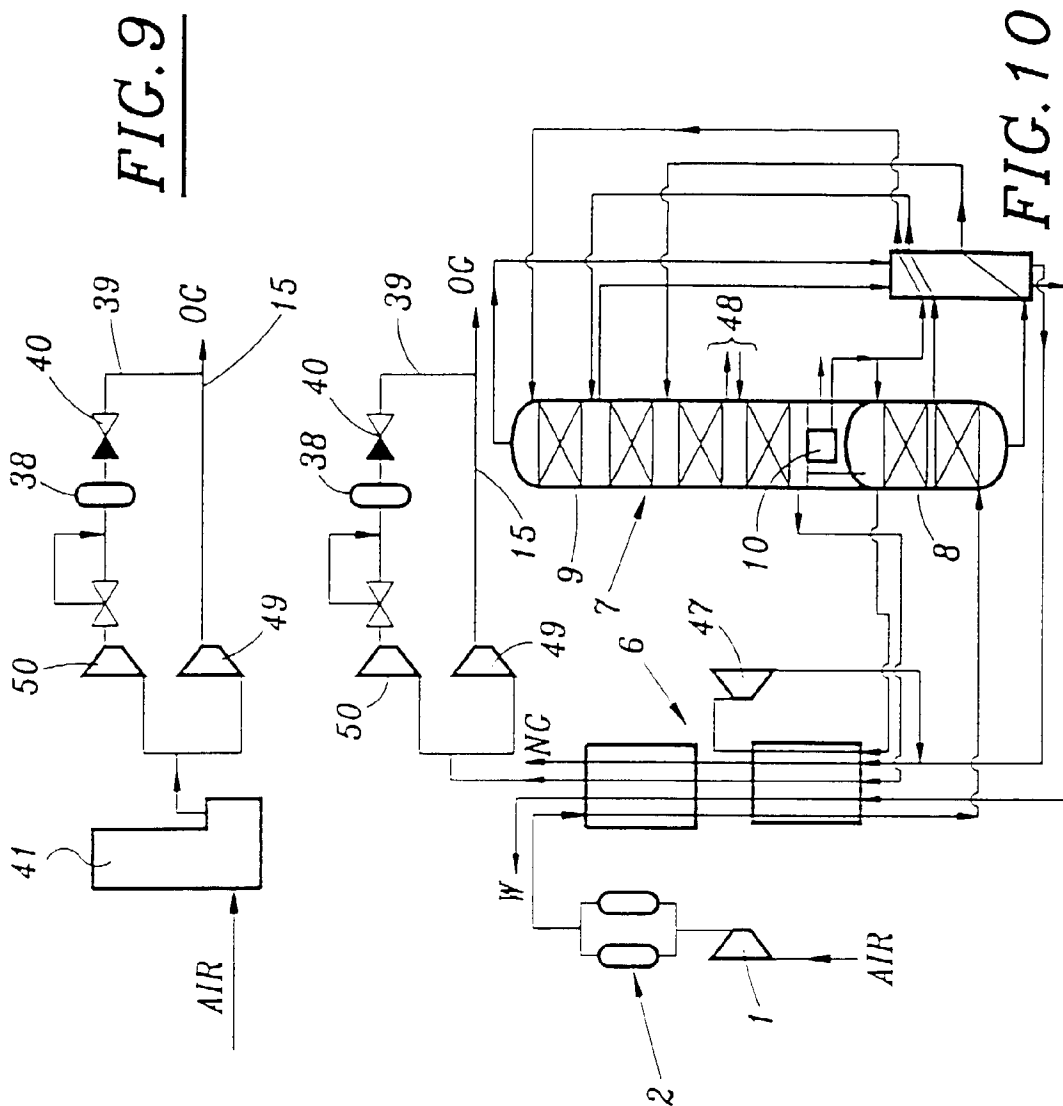
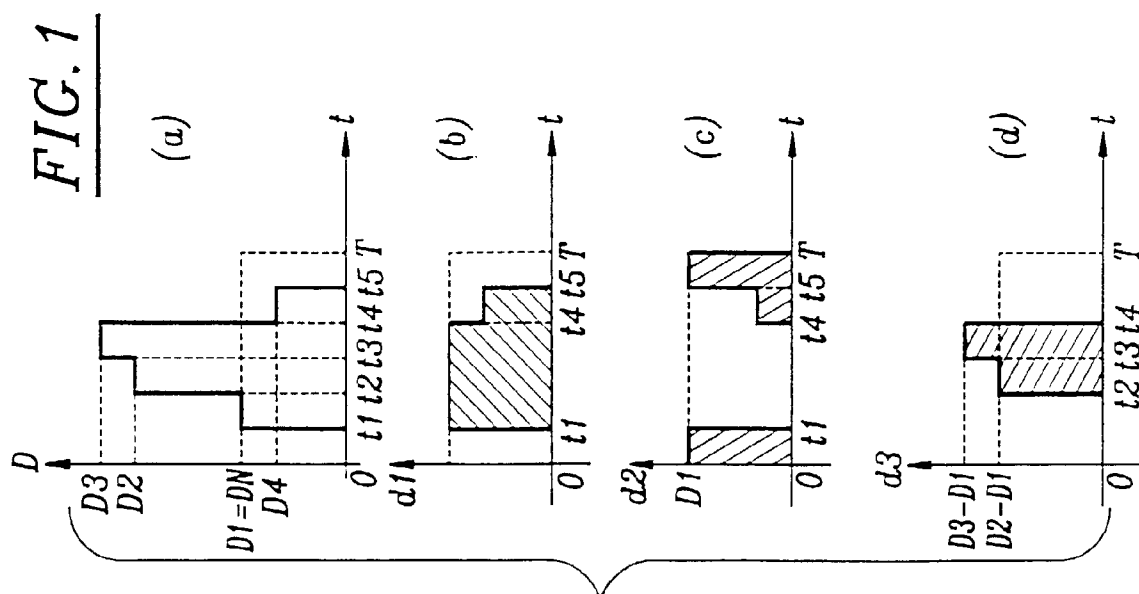
12. Installation suivant la revendication 10, caractérisée en ce que les premiers moyens comprennent une pompe (12) et des moyens de vaporisation (17), et en ce que les seconds moyens comprennent un compresseur (43) dont l'aspiration est reliée à la sortie des moyens de vaporisation (Figure 5).

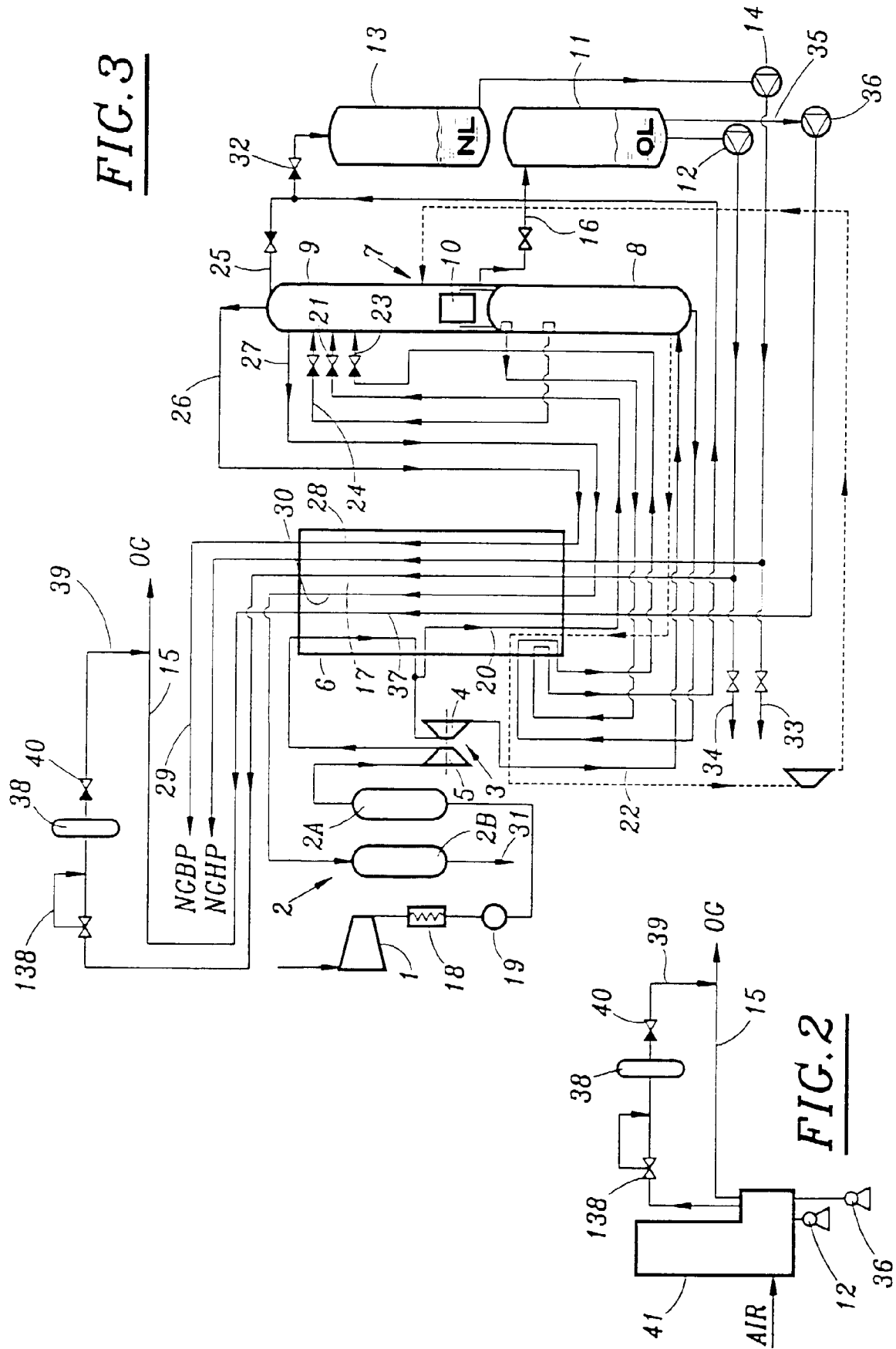
13. Installation suivant la revendication 10, caractérisée en ce que les premiers moyens comprennent une pompe (12), une vanne de détente (143) et des premiers moyens de vaporisation (17), et en ce que les seconds moyens comprennent des seconds moyens de vaporisation (37) reliés au refoulement de la pompe (Figure 6).

14. Installation suivant la revendication 10, caractérisée en ce que les premiers moyens comprennent un compresseur (46) dont l'aspiration est reliée à un point de soutirage de gaz de l'appareil de distillation (7), et en ce que les seconds moyens comprennent une pompe (12) et des moyens de vaporisation (17) reliés au refoulement de cette pompe (Figures 7 et 8).

15. Installation suivant la revendication 10, caractérisée en ce que les premiers et les seconds moyens comprennent respectivement deux compresseurs (49, 50) dont les aspirations sont reliées en parallèle à un point de soutirage de l'appareil de distillation (7) (Figures 9 et 10).

16. Installation suivant la revendication 10, caractérisée en ce que les premiers moyens comprennent un premier compresseur (49) dont l'aspiration est reliée à un point de soutirage de gaz de l'appareil de distillation (7), et en ce que les seconds moyens comprennent un second compresseur (50) dont l'aspiration est reliée au refoulement du premier compresseur (Figures 11 et 12).





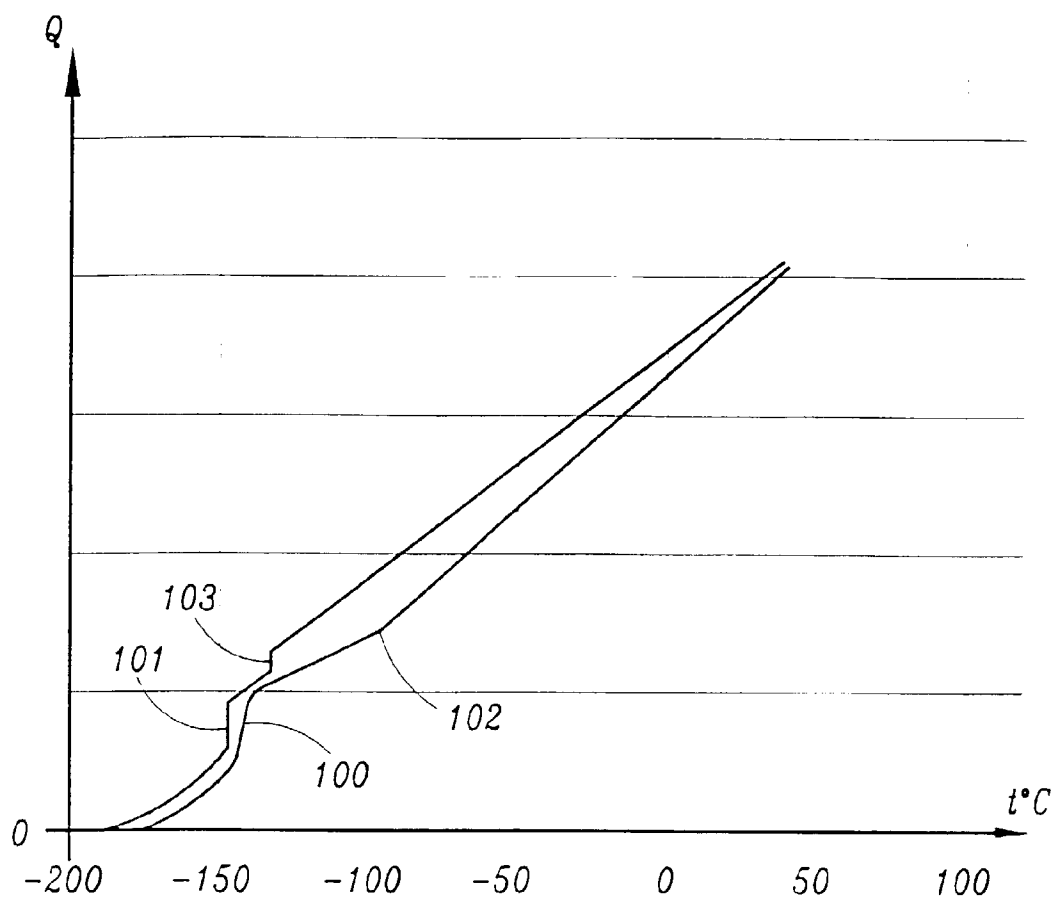


FIG. 4

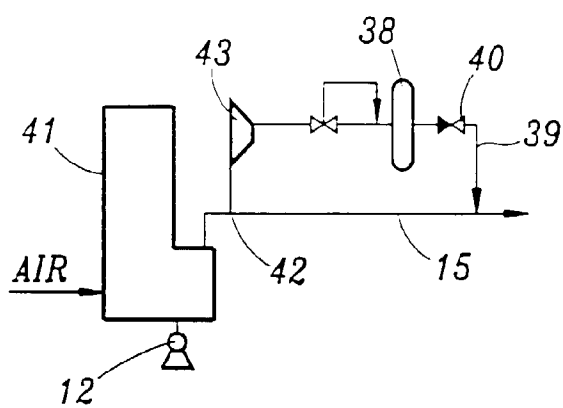


FIG. 5

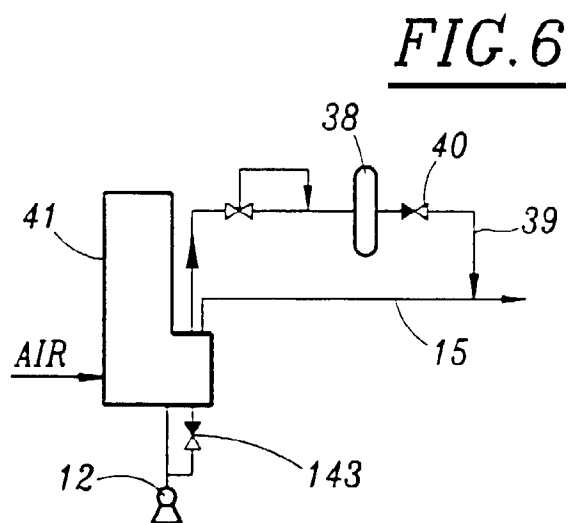
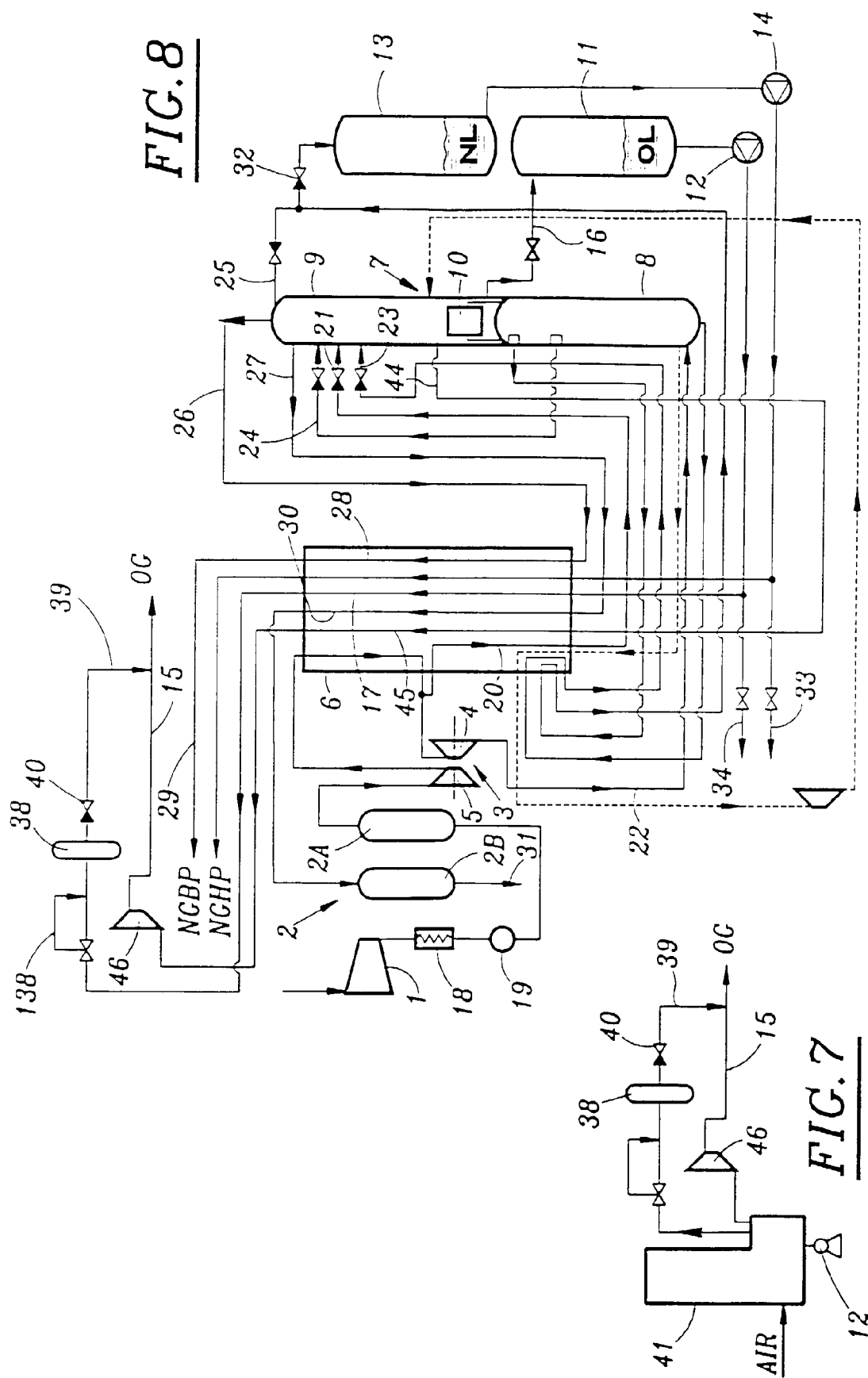


FIG. 6



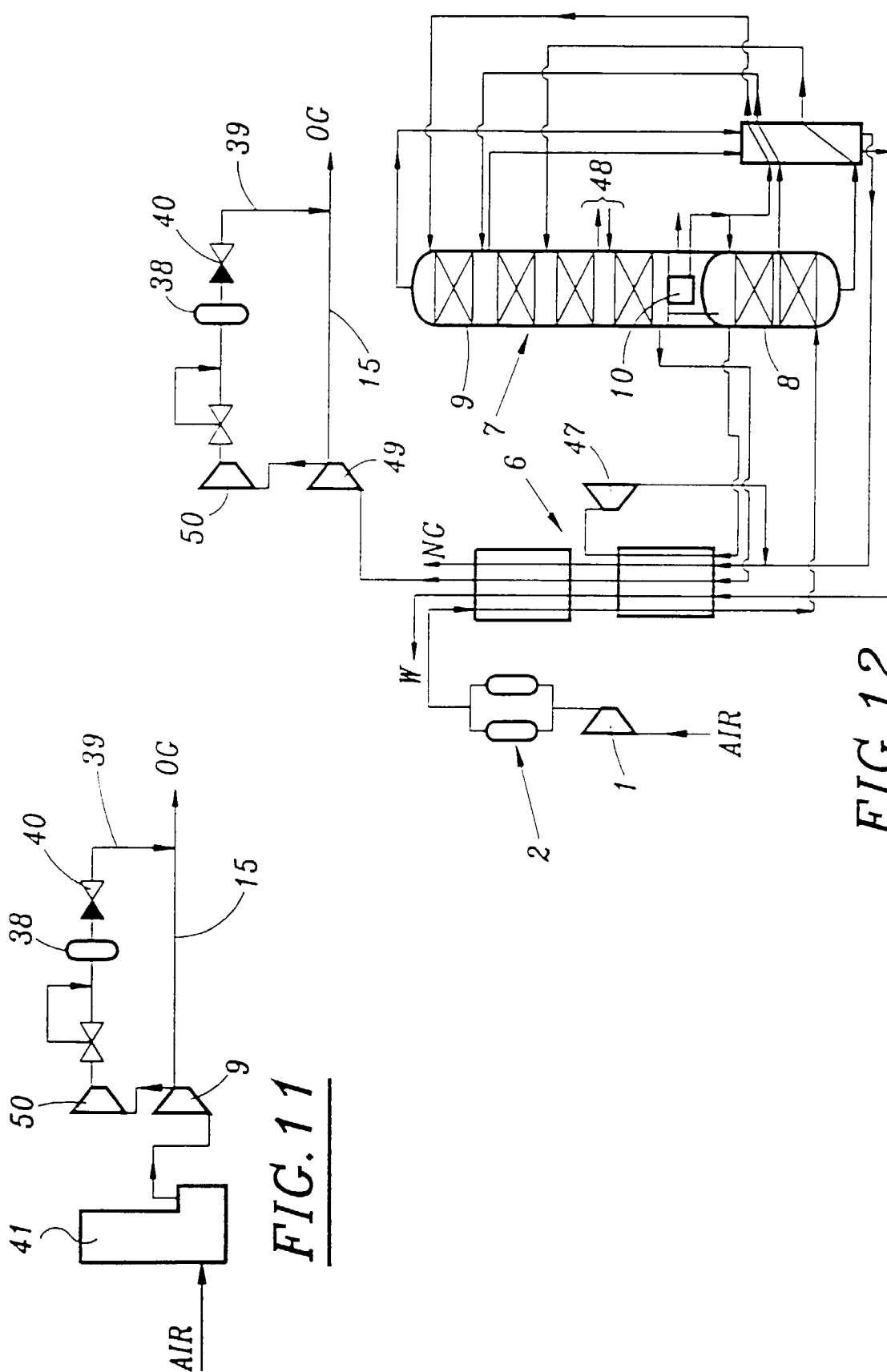


FIG. 12

FIG. 11



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 97 40 2990

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.6)
X	GB 1 172 934 A (AIR REDUCTION COMPANY) 3 décembre 1969 * page 2, ligne 118 - page 3, ligne 77; figures 1-3 *	1,6, 10-16	F25J3/04
A	EP 0 250 390 A (VOEST ALPINE AG) 23 décembre 1987		
A	EP 0 628 778 A (AIR LIQUIDE) 14 décembre 1994		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F25J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 5 mars 1998	Examineur Meertens, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire 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			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C02)