

(19)



(11)

EP 2 510 294 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

30.04.2014 Bulletin 2014/18

(51) Int Cl.:

F25J 3/04 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2010/052099

(21) Numéro de dépôt: **10776785.7**

(22) Date de dépôt: **05.10.2010**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2011/070257 (16.06.2011 Gazette 2011/24)

(54) **PROCEDE ET APPAREIL DE SEPARATION D'AIR PAR DISTILLATION CRYOGENIQUE**

VERFAHREN UND EINHEIT ZUR TRENNUNG VON LUFT DURCH KRYOGENE DESTILLATION

PROCESS AND UNIT FOR THE SEPARATION OF AIR BY CRYOGENIC DISTILLATION

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **11.12.2009 FR 0958880**

(43) Date de publication de la demande:

17.10.2012 Bulletin 2012/42

(73) Titulaire: **L'Air Liquide Société Anonyme pour
l'Etude et**

**l'Exploitation des Procédés Georges Claude
75007 Paris (FR)**

(72) Inventeur: **DAVIDIAN, Benoît**

F-94100 Saint Maur Des Fosses (FR)

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan**

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR
L'ETUDE ET**

**L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
CLAUDE**

75 quai d'Orsay

75321 Paris Cédex 07 (FR)

(56) Documents cités:

FR-A1- 2 930 327 JP-A- 2003 014 373

US-A- 4 617 036 US-A- 5 251 449

EP 2 510 294 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé et à un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique.

[0002] Il est connu de séparer l'air dans un appareil comprenant une colonne moyenne pression et deux colonnes basse pression opérant à la même pression, une des colonnes basse pression étant alimentée en tête par le liquide de cuve de l'autre et chaque colonne basse pression ayant un condenseur de cuve.

[0003] Un but de l'invention est de réduire l'énergie de séparation pour produire de l'oxygène impur, en particulier dans le cas où il n'y a pas de co-production d'azote.

[0004] Un autre but de l'invention est de réduire le coût d'au moins certains éléments de l'appareil.

[0005] Tous les pourcentages relatifs à des puretés sont des pourcentages molaires.

[0006] L'invention implique l'utilisation d'un compresseur froid pour comprimer un gaz riche en oxygène, provenant d'une enceinte opérant à une pression en dessous de celle de la colonne basse pression, le gaz étant destiné à la cuve d'une colonne basse pression. Ceci permet de découpler la pression en cuve de colonne moyenne pression avec le haut de la colonne basse pression.

[0007] L'invention est particulièrement intéressante pour le cas où de l'air se condense partiellement dans le condenseur de l'enceinte opérant à plus basse pression que la colonne basse pression.

[0008] Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'air par distillation cryogénique dans lequel :

- i) un débit d'air comprimé et épuré est refroidi dans un échangeur et envoyé à une colonne opérant à une moyenne pression
- ii) le débit d'air se sépare en un débit enrichi en azote et un débit enrichi en oxygène
- iii) une partie du débit enrichi en azote est envoyé à une colonne basse pression
- iv) au moins une partie du débit enrichi en oxygène est envoyée à la colonne basse pression
- v) un débit riche en azote est soutiré de la tête de la colonne basse pression
- vi) un débit riche en oxygène est soutiré de la cuve de la colonne basse pression et envoyé à une enceinte contenant au moins un condenseur-vaporiseur
- vii) un débit gazeux provenant de l'enceinte en est soutiré renvoyé à la première colonne basse pression, de préférence en cuve
- viii) une partie du débit enrichi en azote de l'étape ii) se condense au moins partiellement dans un condenseur alimenté par un liquide de cuve de la colonne basse pression et est envoyé à la colonne moyenne pression et/ou la colonne basse pression
- ix) un débit de gaz calorigène, éventuellement au

moins une partie de l'air comprimé, épuré et refroidi dans l'échangeur de l'étape i), se condense au moins partiellement dans le condenseur vaporiseur de l'enceinte

- x) on soutire un fluide plus riche en oxygène de l'enceinte que le débit soutiré en cuve de la colonne basse pression

caractérisé en ce que l'on détend le débit riche en oxygène soutiré de la cuve de la colonne basse pression en amont de l'enceinte et on pressurise le débit gazeux de l'enceinte en amont de la première colonne basse pression.

[0009] De préférence :

- on comprime le débit gazeux provenant de l'enceinte dans un compresseur ayant une température d'entrée inférieure à -50°C, de préférence aucun étape de chauffage a lieu entre l'enceinte et le compresseur ;
- on détend le débit riche en oxygène soutiré de la colonne basse pression à une pression au plus 1 bar en dessous de la pression en cuve de la colonne basse pression, de préférence au plus 0,5 bar, voire au plus 0,2 bar en dessous de cette pression et/ou on comprime le débit gazeux provenant de l'enceinte pour augmenter sa pression d'au plus 1 bar, de préférence au plus 0,5 bar, voire au plus 0,2 bar en amont de la colonne basse pression ;
- l'enceinte ne contient pas de moyen d'échange de masse, voire ne contient ni garnissages ni plateaux de distillation ;
- l'enceinte constitue une deuxième colonne basse pression et contient des moyens d'échange de masse, tels que des garnissages ou des plateaux de distillation, placés au moins au-dessus du condenseur.

[0010] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de séparation d'air comprenant une colonne moyenne pression, une colonne basse pression, une enceinte, un échangeur, un condenseur de la colonne basse pression et un condenseur placé dans l'enceinte, une conduite pour envoyer de l'air comprimé, épuré et refroidi de l'échangeur à la colonne moyenne pression, une conduite pour envoyer un gaz calorigène au condenseur placé dans l'enceinte, une conduite pour envoyer un gaz enrichi en azote de la colonne moyenne pression au condenseur de la colonne basse pression, une conduite pour envoyer un débit enrichi en oxygène de la cuve de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression, une conduite pour envoyer du liquide riche en oxygène de la cuve de la colonne basse pression à l'enceinte, une conduite pour soutirer de l'enceinte un fluide plus riche en oxygène que celui envoyé à l'enceinte, une conduite pour renvoyer un gaz de l'enceinte à la colonne basse pression, une conduite pour soutirer un gaz en tête de la colonne basse pression caractérisé en ce qu'il comprend un moyen de détente pour détendre le liquide riche

en oxygène en aval de la cuve de la colonne basse pression et en amont de l'enceinte et un compresseur pour comprimer le gaz de l'enceinte en aval de l'enceinte et en amont de la colonne basse pression.

[0011] Eventuellement :

- l'enceinte comprend des moyens d'échange de matière au-dessus du condenseur;
- l'enceinte ne comprend aucun moyen d'échange de matière au-dessus du condenseur ;
- l'appareil comprend une turbine et une conduite pour envoyer un gaz riche en azote de la colonne moyenne pression à la turbine ;
- l'appareil comprend une pompe pour pressuriser un débit d'oxygène liquide provenant de la colonne basse pression et/ou de l'enceinte en amont de l'échangeur.

[0012] L'invention sera décrite en plus de détail en se référant aux figures, qui représentent des appareils selon l'invention.

[0013] Dans la Figure 1, l'air 1 est comprimé entre 3 et 5 bars dans un compresseur 3, épuré dans une unité d'épuration 5 et divisé en deux. Une partie 9 se refroidit dans l'échangeur 13 et est envoyée au condenseur de cuve 15 d'une enceinte 141 où elle se condense partiellement avant être envoyée à la colonne moyenne pression 39 d'une double colonne.

[0014] La double colonne comprend la colonne moyenne pression 39 et une colonne basse pression 41 qui la surmonte, le lien thermique entre les deux colonnes étant assuré par un condenseur 25 dans la cuve de la colonne basse pression 41.

[0015] L'autre partie de l'air 7 est comprimé dans un compresseur 11, refroidi dans l'échangeur 13 et utilisé pour vaporiser de l'oxygène liquide sous pression. Comme l'oxygène est vaporisé à une basse pression la vaporisation a lieu dans un vaporiseur extérieur 27, distinct de l'échangeur 13. L'air liquéfié ainsi formé est envoyé à la colonne moyenne pression 39 après détente dans une vanne 19. L'air liquide peut également être envoyé à la colonne basse pression.

[0016] Un liquide enrichi en oxygène 17 est soutiré en cuve de la colonne moyenne pression 39, refroidi dans l'échangeur 43, détendu dans une vanne et envoyé à la colonne basse pression 41. Un liquide 49 ayant substantiellement la composition de l'air est soutiré à un niveau intermédiaire de la colonne moyenne pression 39, refroidi dans l'échangeur 43, détendu dans une vanne et envoyé à la colonne basse pression 41. Un liquide enrichi en azote 47 est soutiré en tête de la colonne moyenne pression 39, refroidi dans l'échangeur 43, détendu dans une vanne et envoyé en tête de la colonne basse pression 41.

[0017] Un gaz 45 riche en azote est soutiré en tête de la colonne basse pression, chauffé dans l'échangeur 43 et ensuite dans l'échangeur 13. Une partie de ce gaz peut être comprimé dans le compresseur 35 pour former

le débit 37 qui participe à la régénération de l'unité d'épuration 5.

[0018] Un débit d'azote moyenne pression 33 est soutiré en tête de la colonne moyenne pression 39, chauffé dans l'échangeur 13, détendu dans la turbine 23 et de nouveau chauffé dans l'échangeur 13 avant de servir à la régénération de l'unité d'épuration 5.

[0019] Un débit riche en oxygène 53 contenant entre 45 et 75 % d'oxygène est soutiré de la cuve de la colonne basse pression 41, détendu dans une vanne 51 et envoyé en tête de l'enceinte 141 qui dans cette variante est une colonne de distillation avec un condenseur de cuve 15. Au-dessus du condenseur se trouvent des moyens d'échange de chaleur et de masse 143, par exemple des garnissages, structurés ou pas, ou des plateaux. La vanne 51 ne fait baisser la pression du liquide que de 0.15 .bar environ

[0020] Le liquide 53 est séparé dans l'enceinte pour former un liquide plus riche en oxygène 29 en cuve. C'est ce liquide 29 qui est envoyé au vaporiseur 27 après pressurisation dans la pompe 63. Un liquide de purge 61 est soutiré du vaporiseur 27. Alternativement un gaz riche en oxygène peut être soutiré de l'enceinte 141.

[0021] Un gaz de tête 145 est soutiré de l'enceinte, comprimé à la température de soutirage dans un compresseur 21 qui fait augmenter sa pression d'au plus 0.15.bars. Le gaz produit est réinjecté dans la cuve de la colonne basse pression à la pression de sortie du compresseur 21.

[0022] Avec un écart de température dans l'échangeur 13 de 2°C au bout chaud, on obtient un gain d'environ 2.5% par rapport au même schéma sans le compresseur froid en cuve de la colonne basse pression

[0023] L'appareil de la figure 2 diffère de celui de la figure 1 en ce que l'enceinte 141 ne contient pas de garnissages ou de plateaux. Il y a aussi la condensation partielle ascendante dans le vaporiseur 15. Ainsi la différence de composition entre le liquide 53 envoyé à l'enceinte et le liquide 29 soutiré de l'enceinte est très réduite même si le liquide 29 est tout de même plus riche en oxygène que le liquide 53. Le gaz 145 est le gaz produit par vaporisation partielle du liquide 53 dans l'enceinte 141 par échange de chaleur avec l'air 9.

[0024] Si on serre l'écart de température au bout chaud de l'échangeur 13 à 2°C, on a un gain d'environ 1.5% par rapport au même schéma sans compresseur froid en cuve BP.

[0025] On obtient une énergie très légèrement meilleure celui du procédé de WO-A-2007/129152 avec l'échangeur serré à 2°C au bout chaud. Même si dans les deux procédés, on utilise un compresseur froid, dans la variante de l'invention la puissance du compresseur froid est 10 fois plus petite que dans la variante de l'art antérieur et la turbine azote 2 fois plus petite. On constate aussi que le taux de compression dans la variante selon l'invention est très faible et qu'une technologie proche d'un ventilateur doit suffire pour le compresseur 21 : ces éléments permettent de dire que le compresseur froid 21

et la turbine 23 seront moins coûteux que dans le procédé de l'art antérieur.

[0026] La compression cryogénique d'un fluide relativement riche en oxygène ne doit pas poser de problème de sécurité.

[0027] Le concept de compression de la partie vapeur dans la colonne basse pression peut être étendu au cas des schémas avec trois condenseurs dans la colonne basse pression, avec un ou deux compresseurs froid à placer entre les trois condenseurs de la colonne basse pression.

Revendications

1. Procédé de séparation d'air par distillation cryogénique dans lequel :

- i) un débit d'air comprimé et épuré est refroidi dans un échangeur (13) et envoyé à une colonne (39) opérant à une moyenne pression
- ii) le débit d'air se sépare en un débit enrichi en azote et un débit enrichi en oxygène
- iii) une partie du débit enrichi en azote est envoyé à une colonne basse pression (41)
- iv) au moins une partie du débit enrichi en oxygène est envoyée à la colonne basse pression
- v) un débit riche en azote est soutiré de la tête de la colonne basse pression
- vi) un débit riche en oxygène est soutiré de la cuve de la colonne basse pression et envoyé à une enceinte (141) contenant au moins un condenseur-vaporiseur (15)
- vii) un débit gazeux provenant de l'enceinte en est soutiré renvoyé à la colonne basse pression, de préférence en cuve,
- viii) une partie du débit enrichi en azote de l'étape ii) se condense au moins partiellement dans un condenseur (25) alimenté par du liquide provenant de la colonne basse pression et est envoyé à la colonne moyenne pression et/ou la colonne basse pression
- ix) un débit de gaz calorigène, éventuellement au moins une partie de l'air comprimé, épuré et refroidi dans l'échangeur de l'étape i), se condense au moins partiellement dans le condenseur vaporiseur de l'enceinte
- x) on soutire un fluide plus riche en oxygène de l'enceinte que le débit soutiré en cuve de la colonne basse pression
- xi) **caractérisé en ce que** l'on détend le débit riche en oxygène soutiré de la cuve de la colonne basse pression en amont de l'enceinte et on pressurise le débit gazeux de l'enceinte en amont de la première colonne basse pression.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel on comprime le débit gazeux provenant de l'enceinte

dans un compresseur (21) ayant une température d'entrée inférieure à -50°C, de préférence aucun étage de chauffage ayant lieu entre l'enceinte et le compresseur.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel on détend le débit riche en oxygène soutiré de la colonne basse pression (41) à une pression au plus 1 bar en dessous de la pression en cuve de la colonne basse pression, de préférence au plus 0,5 bar, voire au plus 0,2 bar en dessous de cette pression et/ou on comprime le débit gazeux provenant de l'enceinte (141) pour augmenter sa pression d'au plus 1 bar, de préférence au plus 0,5 bar, voire au plus 0,2 bar en amont de la colonne basse pression.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'enceinte (141) ne contient pas de moyen d'échange de masse, voire ne contient ni garnissages ni plateaux de distillation.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel l'enceinte (141) constitue une deuxième colonne basse pression et contient des moyens d'échange de masse (143), tels que des garnissages ou des plateaux de distillation, placés au moins au-dessus du condenseur.

6. Appareil de séparation d'air comprenant une colonne moyenne pression (39), une colonne basse pression (41), une enceinte (141), un échangeur (13), un condenseur (25) de la colonne basse pression et un condenseur (15) placé dans l'enceinte, une conduite pour envoyer de l'air comprimé, épuré et refroidi de l'échangeur à la colonne moyenne pression, une conduite pour envoyer un gaz calorigène au condenseur placé dans l'enceinte, une conduite pour envoyer un gaz enrichi en azote de la colonne moyenne pression au condenseur de la colonne basse pression, une conduite pour envoyer un débit enrichi en oxygène de la cuve de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression, une conduite pour envoyer du liquide riche en oxygène de la cuve de la colonne basse pression à l'enceinte, une conduite pour soutirer de l'enceinte un fluide plus riche en oxygène que celui envoyé à l'enceinte, une conduite pour renvoyer un gaz de l'enceinte à la colonne basse pression, une conduite pour soutirer un gaz en tête de la colonne basse pression **caractérisé en ce qu'il** comprend un moyen de détente (51) pour détendre le liquide riche en oxygène en aval de la cuve de la colonne basse pression et en amont de l'enceinte et un compresseur (21) pour comprimer le gaz de l'enceinte en aval de l'enceinte et en amont de la colonne basse pression.

7. Appareil selon la revendication 6 dans lequel l'enceinte (141) comprend des moyens d'échange de

matière (143) au-dessus du condenseur (15).

8. Appareil selon la revendication 6 dans lequel l'enceinte (141) ne comprend aucun moyen d'échange de matière au-dessus du condenseur (15). 5
9. Appareil selon l'une des revendications précédentes 6 à 8 comprenant une turbine (23) et une conduite pour envoyer un gaz riche en azote de la colonne moyenne pression à la turbine. 10
10. Appareil selon l'une des revendications 6 à 9 comprenant une pompe (63) pour pressuriser un débit d'oxygène liquide provenant de la colonne basse pression et/ou de l'enceinte en amont de l'échangeur. 15

Patentansprüche

1. Verfahren zur Luftzerlegung durch Tieftemperaturdestillation, wobei:
 - i) ein verdichteter und gereinigter Luftdurchsatz in einem Austauscher (13) abgekühlt wird und zu einer Säule (39) befördert wird, die bei einem mittleren Druck arbeitet 25
 - ii) der Luftdurchsatz in einen mit Stickstoff angereicherten Durchsatz und einen mit Sauerstoff angereicherten Durchsatz zerlegt wird 30
 - iii) ein Teil des mit Stickstoff angereicherten Durchsatzes zu einer Niederdrucksäule (41) befördert wird,
 - iv) mindestens ein Teil des mit Sauerstoff angereicherten Durchsatzes zur Niederdrucksäule befördert wird 35
 - v) ein stickstoffreicher Durchsatz vom Kopf der Niederdrucksäule entnommen wird
 - vi) ein sauerstoffreicher Durchsatz aus dem Gefäß der Niederdrucksäule entnommen wird und zu einem Raum (141) befördert wird, der mindestens einen Kondensator-Verdampfer (15) umfasst 40
 - vii) ein gasförmiger Durchsatz, der von dem Raum stammt, daraus entnommen wird und an die Niederdrucksäule, vorzugsweise in das Gefäß, zurückbefördert wird, 45
 - viii) ein Teil des in Schritt ii) mit Stickstoff angereicherten Durchsatzes zumindest teilweise in einem Kondensator (25) kondensiert, dem Flüssigkeit zugeführt wird, die von der Niederdrucksäule stammt, und an die Mitteldrucksäule und/oder die Niederdrucksäule befördert wird 50
 - ix) eine Durchflussmenge von wärmeerzeugendem Gas, gegebenenfalls zumindest ein Teil der im Austauscher von Schritt i) gereinigten und abgekühlten Druckluft, zumindest teilweise im Kondensator-Verdampfer des Raums konden-

siert

x) ein Fluid, das reicher an Sauerstoff ist als der im Gefäß der Niederdrucksäule entnommene Durchsatz, von dem Raum entnommen wird

xi) **dadurch gekennzeichnet, dass** der sauerstoffreiche, von dem Gefäß der Niederdrucksäule entnommene Durchsatz dem Raum vorgelagert entspannt wird und der Druck des gasförmigen Durchsatzes des Raums der ersten Niederdrucksäule vorgelagert gehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der gasförmige Durchsatz, der von dem Raum stammt, in einem Verdichter (21) verdichtet wird, der eine Eintrittstemperatur von unter -50 °C aufweist, wobei vorzugsweise kein Erwärmungsschritt zwischen dem Raum und dem Verdichter stattfindet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der von der Niederdrucksäule (41) entnommene sauerstoffreiche Durchsatz auf einen Druck von höchstens 1 Bar unter dem Druck im Gefäß der Niederdrucksäule, vorzugsweise höchstens 0,5 Bar oder sogar höchstens 0,2 Bar unter diesem Druck entspannt wird und/oder der gasförmige Durchsatz, der von dem Raum (141) stammt, verdichtet wird, um seinen Druck der Niederdrucksäule vorgelagert um höchstens 1 Bar, vorzugsweise höchstens 0,5 Bar oder sogar höchstens 0,2 Bar zu erhöhen.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Raum (141) kein Stoffaustauschmittel enthält und sogar weder Füllkörper noch Destillationsböden enthält.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Raum (141) eine zweite Niederdrucksäule bildet und Stoffaustauschmittel (143), wie Füllkörper oder Destillationsböden, enthält, die mindestens über dem Kondensator untergebracht sind.
6. Luftzerlegungsvorrichtung, die eine Mitteldrucksäule (39), eine Niederdrucksäule (41), einen Raum (141), einen Austauscher (13), einen Kondensator (25) der Niederdrucksäule und einen Kondensator (15), der in dem Raum untergebracht ist, eine Leitung, um gereinigte und abgekühlte Druckluft vom Austauscher zur Mitteldrucksäule zu befördern, eine Leitung, um ein wärmeerzeugendes Gas zum in dem Raum untergebrachten Kondensator zu befördern, eine Leitung, um ein mit Stickstoff angereichertes Gas von der Mitteldrucksäule zum Kondensator der Niederdrucksäule zu befördern, eine Leitung, um einen mit Sauerstoff angereicherten Durchsatz von dem Gefäß der Mitteldrucksäule zur Niederdrucksäule zu befördern, eine Leitung, um sauerstoffreiche Flüssigkeit des Gefäßes der Niederdrucksäule zum Raum zu befördern, eine Leitung, um ein Fluid,

das reicher an Sauerstoff ist als das zum Raum beförderte, vom Raum zu entnehmen, eine Leitung, um ein Gas von dem Raum zur Niederdrucksäule zurückzubefördern, und eine Leitung umfasst, um ein Gas am Kopf der Niederdrucksäule zu entnehmen, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Entspannungsmittel (51), um die sauerstoffreiche Flüssigkeit dem Gefäß der Niederdrucksäule nachgelagert und dem Raum vorgelagert zu entspannen, und einen Verdichter (21) umfasst, um das Gas des Raums dem Raum vorgelagert und der Niederdrucksäule nachgelagert zu verdichten.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei der Raum (141) Stoffaustauschmittel (143) über dem Kondensator (15) umfasst. 15
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei der Raum (141) kein Stoffaustauschmittel über dem Kondensator (15) umfasst. 20
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 8, die eine Turbine (23) und eine Leitung umfasst, um ein stickstoffreiches Gas von der Mitteldrucksäule zur Turbine zu befördern. 25
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, die eine Pumpe (63) umfasst, um den Druck eines flüssigen Sauerstoffdurchsatzes zu halten, der von der Niederdrucksäule und/oder von dem dem Austausch vorgelagerten Raum stammt. 30

Claims

1. Method of separating air by cryogenic distillation, wherein: 35

- i) a flow of compressed purified air is cooled in a heat exchanger (13) and sent to a column (39) operating at a medium pressure, 40
- ii) the air flow is separated into a nitrogen-enriched flow and an oxygen-enriched flow,
- iii) a part of the nitrogen-enriched flow is sent to a low-pressure column (41), 45
- iv) at least a part of the oxygen-enriched flow is sent to the low-pressure column,
- v) a nitrogen-rich flow is drawn off from the head of the low-pressure column,
- vi) an oxygen-rich flow is drawn off from the tank of the low-pressure column and sent to a chamber (141) containing at least a condenser-vaporiser (15), 50
- vii) a gaseous flow originating from the chamber is drawn off therefrom and returned to the low-pressure column, preferably to the tank, 55
- viii) a part of the nitrogen-enriched flow of step ii) is at least partly condensed in a condenser

(25) supplied with liquid originating from the low-pressure column and is sent to the medium-pressure column and/or the low-pressure column,

ix) a flow of calorigenic gas, optionally at least a part of the compressed air, purified and cooled in the heat exchanger of step i), is at least partly condensed in the condenser-vaporiser of the chamber,

x) a fluid is drawn off from the chamber that is richer in oxygen than the flow drawn off from the tank of the low-pressure column,

xi) **characterised in that** the pressure of the oxygen-rich flow drawn off from the tank of the low-pressure column is reduced upstream of the chamber and the gaseous flow of the chamber is pressurised upstream of the first low-pressure column.

2. Method according to claim 1, wherein the gaseous flow originating from the chamber is compressed in a compressor (21) having an entry temperature of less than -50 °C, and preferably no heating step takes place between the chamber and the compressor.

3. Method according to either claim 1 or claim 2, wherein the pressure of the oxygen-rich flow drawn off from the low-pressure column (41) is reduced to a pressure of at most 1 bar below the pressure in the tank of the low-pressure column, preferably 0.5 bar at most, or even 0.2 bar at most below this pressure and/or the gaseous flow originating from the chamber (141) is compressed to increase the pressure thereof by 1 bar at most, preferably 0.5 bar at most, or even 0.2 bar at most upstream of the low-pressure column.

4. Method according to any one of the preceding claims, wherein the chamber (141) does not contain any mass exchange means, nor does it contain either packing or distillation trays.

5. Method according to any one of claims 1 to 3, wherein the chamber (141) forms a second low-pressure column and contains mass exchange means (143), such as packing or distillation trays, placed at least above the condenser.

6. Air separation apparatus comprising a medium-pressure column (39), a low-pressure column (41), a chamber (141), a heat exchanger (13), a condenser (25) of the low-pressure column and a condenser (15) placed in the chamber, a pipe for sending the cooled, purified and compressed air from the heat exchanger to the medium-pressure column, a pipe for sending a calorigenic gas to the condenser placed in the chamber, a pipe for sending a nitrogen-

enriched gas from the medium-pressure column to the condenser of the low-pressure column, a pipe for sending an oxygen-enriched flow from the tank of the medium-pressure column to the low-pressure column, a pipe for sending oxygen-rich liquid from the tank of the low-pressure column to the chamber, a pipe for drawing off a fluid from the chamber that is richer in oxygen than that sent to the chamber, a pipe for returning a gas from the chamber to the low-pressure column, a pipe for drawing off a gas from the head of the low-pressure column, **characterised in that** it comprises pressure reduction means (51) for reducing the pressure of the oxygen-rich liquid downstream of the tank of the low-pressure column and upstream of the chamber and a compressor (21) to compress the gas from the chamber downstream of the chamber and upstream of the low-pressure column.

7. Apparatus according to claim 6, wherein the chamber (141) comprises material exchange means (143) above the condenser (15). 5
8. Apparatus according to claim 6, wherein the chamber (141) does not comprise any material exchange means above the condenser (15). 10
9. Apparatus according to any one of the preceding claims 6 to 8, comprising a turbine (23) and a pipe for sending a nitrogen-rich gas from the medium-pressure column to the turbine. 15
10. Apparatus according to any one of claims 6 to 9, comprising a pump (63) for pressurising a flow of liquid oxygen originating from the low-pressure column and/or from the chamber upstream of the heat exchanger. 20

25

30

35

40

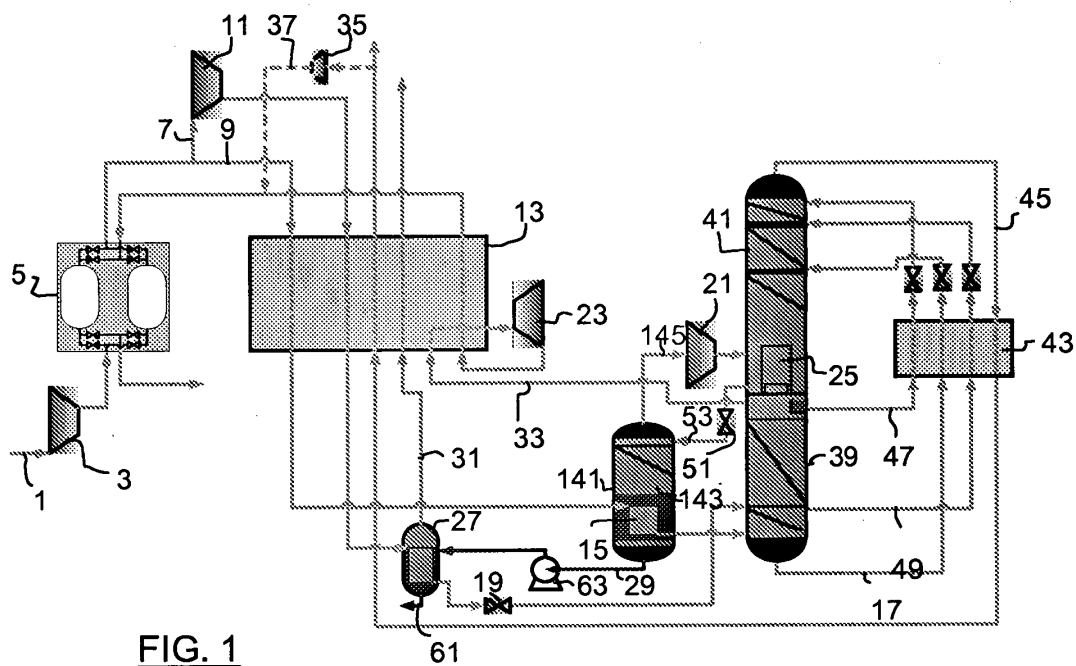


FIG. 1

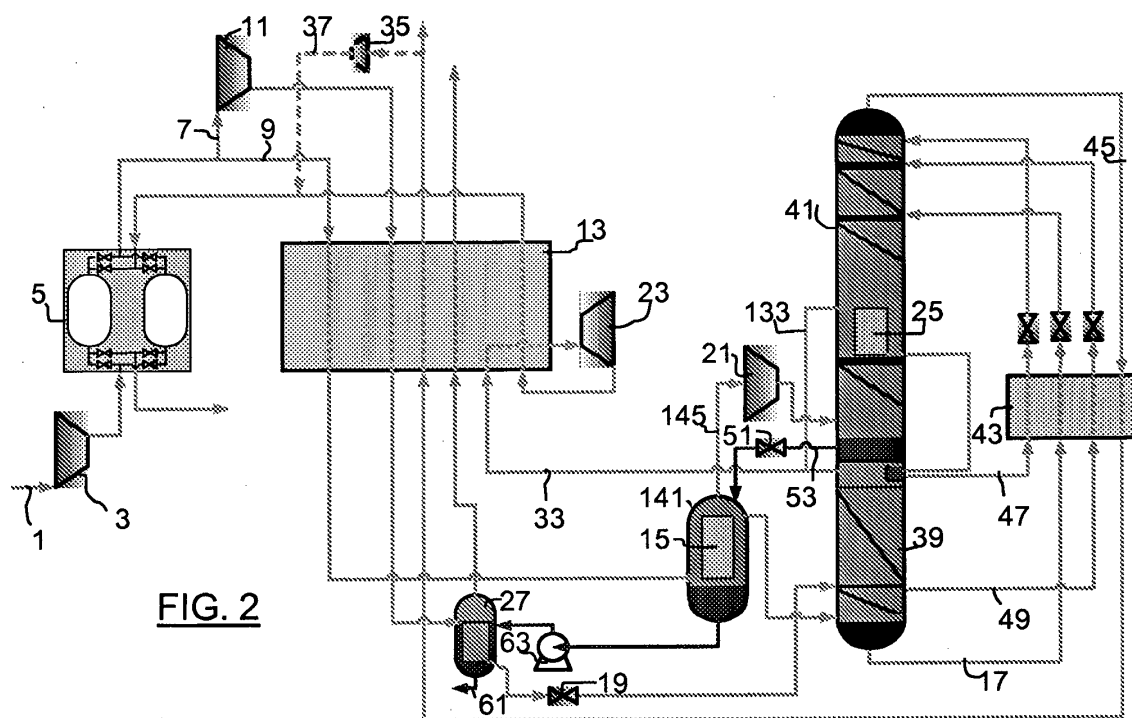


FIG. 2

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2007129152 A [0025]