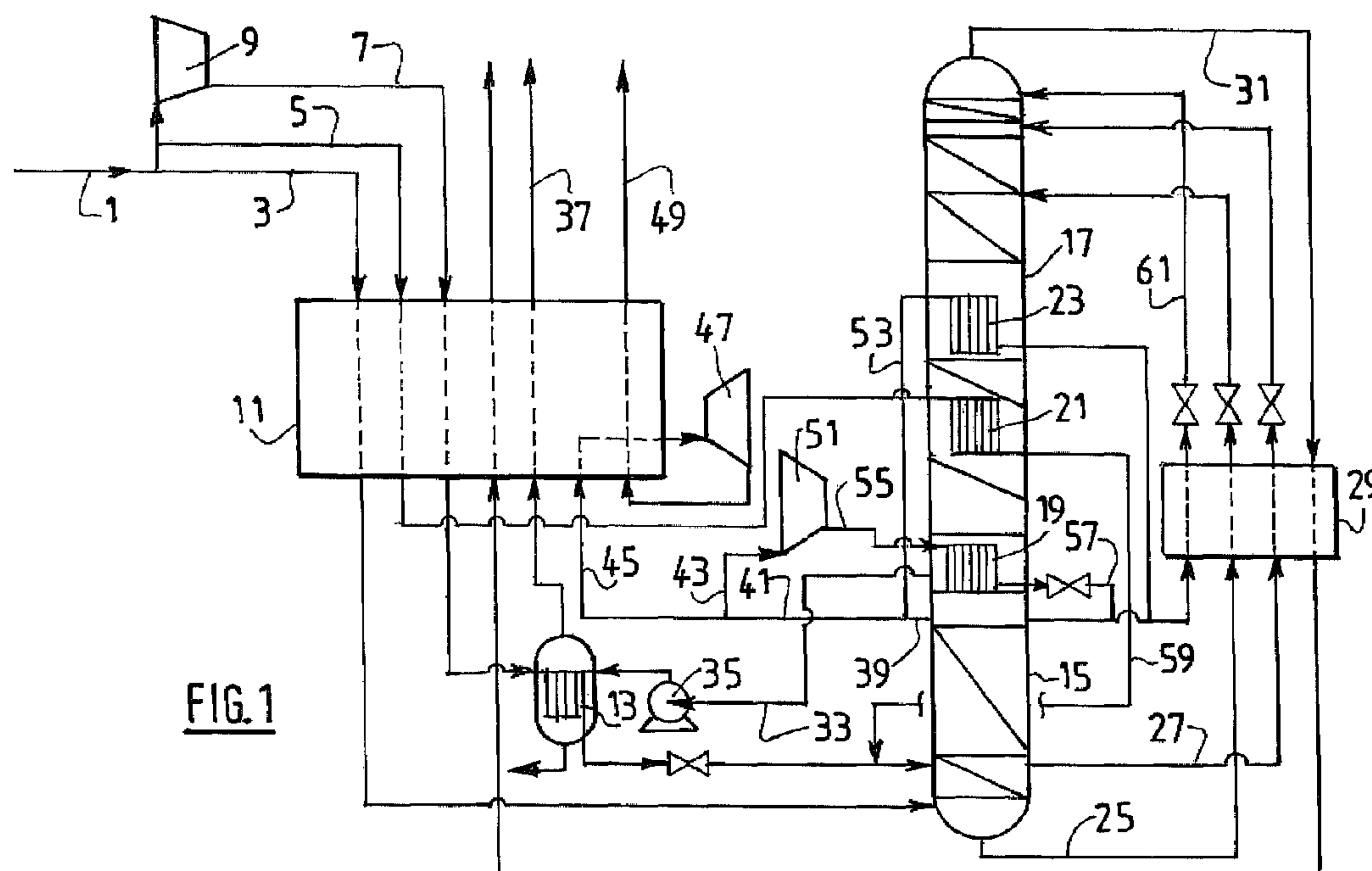




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2009/04/08
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2009/11/12
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2010/10/21
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2009/050617
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2009/136075
(30) Priorités/Priorities: 2008/04/22 (FR0852705);
2008/04/22 (FR0852706); 2008/04/22 (FR0852707);
2008/04/22 (FR0852708); 2008/04/22 (FR0852709);
2008/04/22 (FR0852710)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F25J 3/04* (2006.01)
(71) Demandeur/Applicant:
L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE
ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS, FR
(72) Inventeur/Inventor:
DAVIDIAN, BENOIT, FR
(74) Agent: OGILVY RENAULT LLP/S.E.N.C.R.L., S.R.L.

(54) Titre : PROCÉDÉ ET APPAREIL DE SÉPARATION D'AIR PAR DISTILLATION CRYOGENIQUE
(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR SEPARATING AIR BY CRYOGENIC DISTILLATION



(57) Abrégé/Abstract:

Dans un procédé de séparation d'air par distillation cryogénique dans une installation comprenant une double colonne comprenant une colonne moyenne pression (15) et une colonne basse pression (17), la colonne basse pression contenant un vaporiseur de cuve (19), un vaporiseur intermédiaire (21) et un vaporiseur supérieur (23), de l'air comprimé est épuré dans une unité d'épuration, refroidi dans une ligne d'échange et envoyé à la colonne moyenne pression de la double colonne, un fluide riche en oxygène est prélevé dans la colonne basse pression, réchauffé et envoyé au client, de l'azote soutiré de la colonne moyenne pression est divisé en au moins trois parties, une première partie de l'azote est détendue dans une première turbine (47), une deuxième partie de l'azote est surpressée dans un compresseur froid (51) et envoyée au vaporiseur de cuve, l'azote ainsi condensé étant envoyé à au moins une colonne de la double colonne, une troisième partie de l'azote est envoyée au vaporiseur supérieur, sans étape de modification de pression en aval de la colonne dont elle est soutirée et en amont du vaporiseur supérieur, l'azote ainsi condensé étant envoyé à au moins une colonne de la double colonne et un débit gazeux est envoyé au vaporiseur intermédiaire, ce débit étant constitué par de l'air comprimé, épuré et refroidi.



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/136075 A3

(43) Date de la publication internationale
12 novembre 2009 (12.11.2009)

(51) Classification internationale des brevets :
F25J 3/04 (2006.01)

CLAUDE [FR/FR]; 75 Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/050617

(72) Inventeur; et
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : DAVIDIAN, Benoît [FR/FR]; 9 bis avenue René David, F-94100 Saint Maur Des Fosses (FR).

(22) Date de dépôt international :
8 avril 2009 (08.04.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataire : MERCEY, Fiona; Département Propriété Intellectuelle, L'Air Liquide SA, 75 Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0852710 22 avril 2008 (22.04.2008) FR
0852709 22 avril 2008 (22.04.2008) FR
0852708 22 avril 2008 (22.04.2008) FR
0852707 22 avril 2008 (22.04.2008) FR
0852706 22 avril 2008 (22.04.2008) FR
0852705 22 avril 2008 (22.04.2008) FR

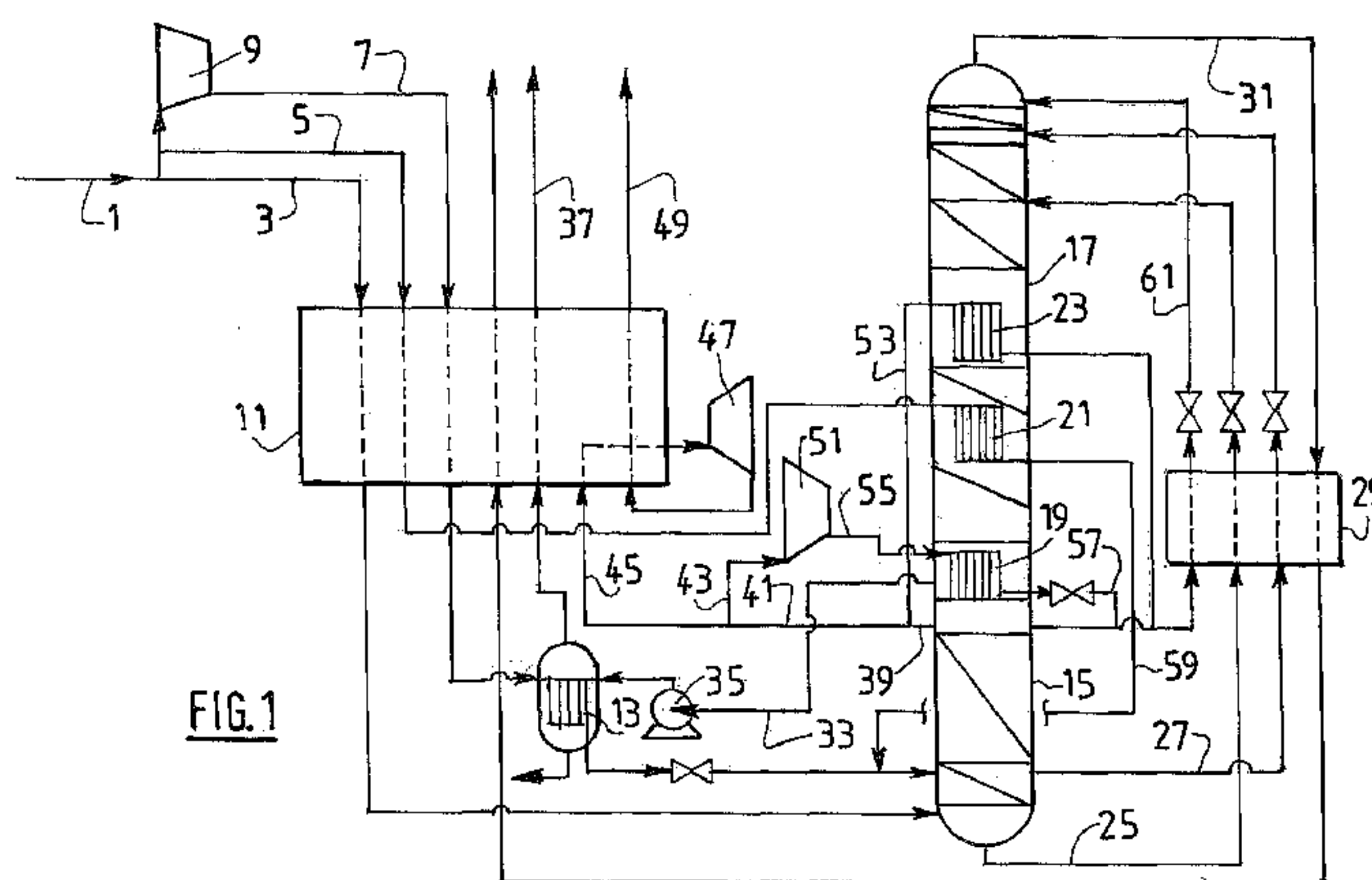
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING OXYGEN BY SEPARATING AIR BY CRYOGENIC DISTILLATION

(54) Titre : PROCEDE ET APPAREIL DE PRODUCTION D' OXYGENE PAR SEPARATION D' AIR PAR DISTILLATION CRYOGENIQUE



(57) Abstract : In a method for separating air by cryogenic distillation in an installation comprising a double column comprising a medium-pressure column (15) and a low-pressure column (17), the low-pressure column containing a bottom vaporizer (19), an intermediate vaporizer (21) and a top vaporizer (23), compressed air is purified in a purification unit, cooled in an exchange line and sent to the medium-pressure column of the double column, an oxygen-rich fluid is tapped from the low-pressure column, heated and sent to the client, nitrogen tapped from the medium-pressure column is split into at least three parts, a first part of the nitrogen is expanded in a first turbine (47), a second part of the nitrogen is compressed in a cold compressor (51) and sent to the bottom vaporizer, the nitrogen thus condensed being sent to at least one column of the double column, and a third part of the nitrogen is sent to the top vaporizer, without a pressure modifying step downstream of the column from which it is tapped and upstream of the top vaporizer, the nitrogen thus condensed being sent to at least one column of the double column, and a stream of gas is sent to the intermediate vaporizer, this stream consisting of compressed, purified and cooled air.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/136075 A3

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale :

7 octobre 2010

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

- relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

Dans un procédé de séparation d'air par distillation cryogénique dans une installation comprenant une double colonne comprenant une colonne moyenne pression (15) et une colonne basse pression (17), la colonne basse pression contenant un vaporiseur de cuve (19), un vaporiseur intermédiaire (21) et un vaporiseur supérieur (23), de l'air comprimé est épuré dans une unité d'épuration, refroidi dans une ligne d'échange et envoyé à la colonne moyenne pression de la double colonne, un fluide riche en oxygène est prélevé dans la colonne basse pression, réchauffé et envoyé au client, de l'azote soutiré de la colonne moyenne pression est divisé en au moins trois parties, une première partie de l'azote est détendue dans une première turbine (47), une deuxième partie de l'azote est surpressée dans un compresseur froid (51) et envoyée au vaporiseur de cuve, l'azote ainsi condensé étant envoyé à au moins une colonne de la double colonne, une troisième partie de l'azote est envoyée au vaporiseur supérieur, sans étape de modification de pression en aval de la colonne dont elle est soutirée et en amont du vaporiseur supérieur, l'azote ainsi condensé étant envoyé à au moins une colonne de la double colonne et un débit gazeux est envoyé au vaporiseur intermédiaire, ce débit étant constitué par de l'air comprimé, épuré et refroidi.

Procédé et appareil de séparation d'air par distillation cryogénique

La présente invention concerne un procédé et un appareil de production d'oxygène par séparation d'air par distillation cryogénique.

5 Un but de l'invention est de réduire l'énergie spécifique de séparation de l'oxygène basse pureté basse pression, notamment dans les schémas où l'azote sous pression n'est pas valorisé par le client final.

L'objet de l'invention est atteint par l'usage d'un schéma avec trois vaporiseurs dans la colonne basse pression dans lequel :

- 10
- Le vaporiseur de cuve fonctionne avec de l'azote moyenne pression comprimé à froid
 - Le vaporiseur intermédiaire haut fonctionne à l'azote moyenne pression
 - Le vaporiseur intermédiaire bas fonctionne soit avec de l'air moyenne pression, soit avec de l'azote moyenne pression comprimé à froid

15 En fonction des variantes, le gain d'énergie spécifique est de 0.5% à 7%.

US-A-5006139 décrit un procédé de production d'azote utilisant une colonne basse pression dont le vaporiseur de cuve est chauffé par un débit d'azote moyenne pression comprimé dans un compresseur froid. Selon l'invention, il est proposé aussi d'utiliser plusieurs turbines pour mieux optimiser la ligne d'échange.

20 Le procédé de la présente invention produit de l'oxygène gazeux et de préférence ne produit pas de l'azote provenant de la colonne moyenne pression.

Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de production d'oxygène par séparation d'air par distillation cryogénique dans une installation comprenant une double colonne comprenant une colonne moyenne pression et
25 une colonne basse pression, la colonne basse pression contenant un vaporiseur de cuve, un vaporiseur intermédiaire et un vaporiseur supérieur dans lequel :

- a) de l'air comprimé est épuré dans une unité d'épuration, refroidi dans une ligne d'échange et envoyé à la colonne moyenne pression de la double colonne
- b) un fluide riche en oxygène est prélevé dans la colonne basse pression,
30 réchauffé et envoyé au client
- c) de l'azote soutiré de la colonne moyenne pression est divisé en au moins trois parties
- d) une première partie de l'azote est détendue dans une première turbine

e) une deuxième partie de l'azote est surpressée dans un compresseur froid et envoyée au vaporiseur de cuve, l'azote ainsi condensé étant envoyé à au moins une colonne de la double colonne

5 f) une troisième partie de l'azote est envoyée au vaporiseur supérieur, sans étape de modification de pression en aval de la colonne dont elle est soutirée et en amont du vaporiseur supérieur, l'azote ainsi condensé étant envoyé à au moins une colonne de la double colonne

g) un débit gazeux est envoyé au vaporiseur intermédiaire, ce débit étant constitué par de l'air comprimé, épuré et refroidi ou de l'azote soutiré de la colonne
10 moyenne pression et comprimé dans un compresseur froid.

Selon d'autres aspects facultatifs :

- le débit gazeux envoyé au vaporiseur intermédiaire est de l'azote provenant de la colonne moyenne pression

- le débit gazeux envoyé au vaporiseur intermédiaire est de l'air comprimé,
15 épuré et refroidi.

- la première partie de l'azote détendu dans la première turbine est utilisée pour la régénération de l'unité d'épuration

- la première turbine entraîne le compresseur froid où est surpressée la deuxième partie du fluide et fournit substantiellement toutes les frigories du
20 procédé

- la colonne basse pression ne comprend pas de condenseur de tête

- tout l'azote gazeux de la tête de la colonne moyenne pression est divisé seulement en les trois parties

- tout l'azote gazeux de la tête de la colonne moyenne pression est divisé
25 seulement en quatre parties, la quatrième partie étant envoyée au vaporiseur intermédiaire

- substantiellement toutes les frigories sont produites par détente d'azote de la colonne moyenne pression dans au moins une turbine

- on vaporise un débit d'oxygène liquide provenant de la colonne basse
30 pression, éventuellement après pressurisation, pour produire le fluide envoyé au client.

Selon un autre aspect de l'invention, il est prévu un appareil de production d'oxygène par séparation d'air par distillation cryogénique comprenant une double

colonne comprenant une colonne moyenne pression et une colonne basse pression, la colonne basse pression contenant un vaporiseur de cuve, un vaporiseur intermédiaire et un vaporiseur supérieur, une unité d'épuration, une ligne d'échange, au moins une première turbine, au moins un compresseur froid, des moyens pour envoyer de l'air comprimé épuré dans l'unité d'épuration et refroidi dans la ligne d'échange à la colonne moyenne pression de la double colonne, des moyens pour prélever un fluide riche en oxygène dans la colonne basse pression, des moyens pour le réchauffer éventuellement constitué au moins en partie par la ligne d'échange et des moyens pour envoyer le fluide riche en oxygène réchauffé envoyé au client, des moyens pour diviser de l'azote soutiré de la colonne moyenne pression en au moins trois parties, des moyens pour envoyer une première partie de l'azote à une première turbine, des moyens pour envoyer une deuxième partie de l'azote dans un compresseur froid pour être surpressée, des moyens pour envoyer la deuxième partie surpressée au vaporiseur de cuve, des moyens pour envoyer l'azote ainsi condensé à au moins une colonne de la double colonne, des moyens pour envoyer une troisième partie de l'azote au vaporiseur supérieur, sans moyen de modification de pression en aval de la colonne dont elle est soutirée et en amont du vaporiseur supérieur, des moyens pour envoyer l'azote ainsi condensé étant envoyé à au moins une colonne de la double colonne, des moyens pour envoyer un débit gazeux au vaporiseur intermédiaire, ce débit étant constitué par de l'air comprimé, épuré et refroidi ou de l'azote soutiré de la colonne moyenne pression et comprimé dans le deuxième compresseur froid.

Eventuellement l'appareil comprend :

- des moyens pour relier le vaporiseur intermédiaire avec la tête de la colonne moyenne pression
- des moyens pour relier la sortie de la première turbine avec l'unité d'épuration
- la première turbine est couplée au compresseur froid où est surpressée la deuxième partie du fluide et constitue la seule turbine de l'appareil
- la colonne basse pression ne comprend pas de condenseur de tête

- des moyens pour vaporiser de l'oxygène liquide, éventuellement dans la ligne d'échange, et éventuellement des moyens de pressurisation d'oxygène liquide en amont des moyens pour vaporiser l'oxygène liquide

L'invention sera décrite en plus de détail en se référant aux figures 1, 2 et 3
5 qui sont des dessins schématiques d'appareils de séparation d'air selon l'invention.

La Figure 1 montre un appareil de séparation d'air dans lequel un débit d'air pressurisé et épuré 1 est divisé en trois débits 3, 5, 7. Le débit 3 se refroidit en parcourant d'un bout à l'autre la ligne d'échange 11 et est envoyé à la colonne
10 moyenne pression 15 d'une double colonne. Le débit 5 se refroidit en parcourant d'un bout à l'autre la ligne d'échange 11 et est envoyé à un vaporiseur intermédiaire 21 de la colonne basse pression 17 de la double colonne 15, 17. L'autre débit d'air 7 est surpressé dans un surpresseur chaud 9 se refroidit en parcourant d'un bout à l'autre la ligne d'échange 11 et est envoyé à un vaporiseur
15 13 où il se condense au moins partiellement par échange de chaleur avec de l'oxygène liquide pressurisé. L'air condensé est soit envoyé entièrement à la colonne moyenne pression soit divisé entre la colonne moyenne pression et la colonne basse pression 17.

Du liquide riche 25, du liquide pauvre 61 et éventuellement un liquide 27
20 proche de l'air liquide sont envoyés de la colonne moyenne pression 15 à la colonne basse pression 17 en tant que débits de reflux après sous-refroidissement dans l'échangeur 29.

Un débit d'oxygène liquide 33 est soutiré de la colonne basse pression, pressurisé par la pompe 35 et vaporisé dans le vaporiseur 13 en amont de la ligne
25 d'échange 11. La compression du fluide 33 peut se faire aussi par une hauteur hydrostatique, sans la pompe 35.

De l'azote basse pression 31 est soutiré en tête de la colonne basse pression 17 et se réchauffe dans les échangeurs 29, 11.

Un débit d'azote gazeux moyenne pression 39 est soutiré en tête de la
30 colonne moyenne pression 15 et divisé en deux. Une partie 53 est envoyée à un vaporiseur supérieur 23 de la colonne basse pression 17 où elle se condense avant d'être renvoyée à la colonne moyenne pression en tant que reflux. Le reste de l'azote 41 est divisé en deux, une portion 43 est envoyée à un compresseur

froid 51 pour former un débit 55, ce débit 55 est envoyé au vaporiseur de cuve 19 de la colonne basse pression 17. Dans ce vaporiseur 19 il se condense et ensuite sert de reflux pour au moins une des colonnes.

Le reste 45 de l'azote est envoyé à la ligne d'échange, se réchauffe à un
5 niveau intermédiaire et est envoyé à une turbine 47. L'azote détendu dans la turbine 47 est envoyé au bout froid de la ligne d'échange et se réchauffe pour devenir le débit 49.

Un gain en énergie de 0,5% est possible par rapport au schéma de WO-A-2007129152.

10 La Figure 2 montre un appareil de séparation d'air dans lequel un débit d'air pressurisé et épuré 1 est divisé en deux débits 3,7. Le débit 3 se refroidit en parcourant d'un bout à l'autre la ligne d'échange 11 et est envoyé à la colonne moyenne pression 15 d'une double colonne. L'autre débit d'air 7 est surpressé dans un surpresseur chaud 9 se refroidit en parcourant d'un bout à l'autre la ligne
15 d'échange 11 et est envoyé à un vaporiseur 13 où il se condense au moins partiellement par échange de chaleur avec de l'oxygène liquide pressurisé. L'air condensé est soit envoyé entièrement à la colonne moyenne pression soit divisé entre la colonne moyenne pression et la colonne basse pression 17.

Du liquide riche 25, du liquide pauvre 61 et éventuellement un liquide 27
20 proche de l'air liquide sont envoyés de la colonne moyenne pression 15 à la colonne basse pression 17 en tant que débits de reflux après sous-refroidissement dans l'échangeur 29.

Un débit d'oxygène liquide 33 est soutiré de la colonne basse pression, pressurisé par la pompe 35 et vaporisé dans le vaporiseur 13 en amont de la ligne
25 d'échange 11. La compression du fluide 33 peut se faire aussi par une hauteur hydrostatique, sans la pompe 35.

De l'azote basse pression 31 est soutiré en tête de la colonne basse pression 17 et se réchauffe dans les échangeurs 29, 11.

Un débit d'azote gazeux moyenne pression 39 est soutiré en tête de la
30 colonne moyenne pression 15 et divisé en deux. Une partie 53 est envoyée à un vaporiseur supérieur 23 de la colonne basse pression 17 où elle se condense avant d'être renvoyée à la colonne moyenne pression en tant que reflux. Le reste de l'air est de nouveau divisé en deux. Une fraction est envoyé au compresseur

froid 151 pour devenir le débit 155 qui chauffe le vaporiseur intermédiaire 21 avant d'être envoyé aux colonnes comme reflux. Le reste de l'azote 41 est divisé en deux, une portion 43 est envoyée à un compresseur froid 51 pour former un débit 55, ce débit 55 est envoyé au vaporiseur de cuve 19 de la colonne basse pression 17. Dans ce vaporiseur 19 il se condense et ensuite sert de reflux pour au moins une des colonnes.

Le reste 45 de l'azote est envoyé à la ligne d'échange, se réchauffe à un niveau intermédiaire et est envoyé à une turbine 47. L'azote détendu dans la turbine 47 est envoyé au bout froid de la ligne d'échange et se réchauffe pour devenir le débit 49. La présence des deux compresseurs froids 51, 151 sur l'azote moyenne pression permet de mieux ajuster la répartition de puissance sur les compresseurs, en adéquation avec le besoin de rebouillage de la colonne basse pression.

Un gain en énergie de 1,7% est possible par rapport au schéma de WO-A-2007129152.

La Figure 3 montre un appareil de séparation d'air dans lequel un débit d'air 1 pressurisé par un compresseur M et épuré dans une unité d'épuration 2 est divisé en deux débits 3,7. Le débit 3 se refroidit en parcourant d'un bout à l'autre la ligne d'échange 11 et est envoyé à la colonne moyenne pression 15 d'une double colonne. L'autre 7 est surpressé dans un surpresseur chaud 9 se refroidit en parcourant d'un bout à l'autre la ligne d'échange 11 et est envoyé à un vaporiseur 13 où il se condense au moins partiellement par échange de chaleur avec de l'oxygène liquide pressurisé. L'air condensé est soit envoyé entièrement à la colonne moyenne pression soit divisé entre la colonne moyenne pression et la colonne basse pression 17.

Du liquide riche 25, du liquide pauvre 61 et éventuellement un liquide 27 proche de l'air liquide sont envoyés de la colonne moyenne pression 15 à la colonne basse pression 17 en tant que débits de reflux après sous-refroidissement dans l'échangeur 29.

Un débit d'oxygène liquide 33 est soutiré de la colonne basse pression, pressurisé par la pompe 35 et vaporisé dans le vaporiseur 13 en amont de la ligne d'échange 11. La compression du fluide 33 peut se faire aussi par une hauteur hydrostatique, sans la pompe 35.

De l'azote basse pression 31 est soutiré en tête de la colonne basse pression 17 et se réchauffe dans les échangeurs 29, 11.

Un débit d'azote gazeux moyenne pression 39 est soutiré en tête de la colonne moyenne pression 15 et divisé en deux. Une partie 53 est envoyée à un vaporiseur supérieur 23 de la colonne basse pression 17 où elle se condense avant d'être renvoyée à la colonne moyenne pression en tant que reflux. Le reste de l'air est de nouveau divisé en deux. Une fraction est envoyée au compresseur froid 151 pour devenir le débit 155, le débit 155 est refroidi dans la ligne d'échange 11 avant de servir à chauffer le vaporiseur intermédiaire 21 avant d'être envoyé aux colonnes comme reflux. Le reste de l'azote 41 est divisé en deux, une portion 43 est envoyée à un compresseur froid 51 pour former un débit 55, ce débit 55 est envoyé au vaporiseur de cuve 19 de la colonne basse pression 17, après s'être refroidi dans la ligne d'échange 11. Dans ce vaporiseur 19 il se condense et ensuite sert de reflux pour au moins une des colonnes.

Le reste 45 de l'azote est envoyé à la ligne d'échange, se réchauffe à un niveau intermédiaire et est divisé en deux. Une partie 49 de l'azote 45 est envoyée à une turbine 47. L'azote détendu dans la turbine 47 est envoyé au bout froid de la ligne d'échange et se réchauffe avant de servir à régénérer périodiquement l'unité d'épuration 2. Le reste de l'azote 46 poursuit son réchauffement dans la ligne d'échange 11 et est divisé en deux, une partie 149 étant envoyée à une turbine 147 à température d'entrée plus élevée que la turbine 47. Cette partie de l'azote est détendue, réchauffée et envoyée à l'atmosphère. Le reste 249 de l'azote est envoyé à une turbine 247 à température d'entrée plus élevée que les turbines 47, 147. Cette partie 249 de l'azote est détendue, réchauffée et envoyée à l'atmosphère.

Un gain en énergie de 7% est possible par rapport au schéma de WO-A-2007129152.

REVENDICATIONS

1. Procédé de production d'oxygène par séparation d'air par distillation cryogénique dans une installation comprenant une double colonne comprenant
5 une colonne moyenne pression (15) et une colonne basse pression (17), la colonne basse pression contenant un vaporiseur de cuve (19), un vaporiseur intermédiaire (21) et un vaporiseur supérieur (23) dans lequel :

a) de l'air comprimé est épuré dans une unité d'épuration (2), refroidi dans une ligne d'échange (11) et envoyé à la colonne moyenne pression de la double
10 colonne

b) un fluide riche en oxygène est prélevé dans la colonne basse pression, réchauffé et envoyé au client

c) de l'azote soutiré de la colonne moyenne pression est divisé en au moins trois parties

15 d) une première partie de l'azote est détendue dans une première turbine (47)

e) une deuxième partie de l'azote est surpressée dans un compresseur froid (51) et envoyée au vaporiseur de cuve, l'azote ainsi condensé étant envoyé à au moins une colonne de la double colonne

20 f) une troisième partie de l'azote est envoyée au vaporiseur supérieur, sans étape de modification de pression en aval de la colonne dont elle est soutirée et en amont du vaporiseur supérieur, l'azote ainsi condensé étant envoyé à au moins une colonne de la double colonne

25 g) un débit gazeux est envoyé au vaporiseur intermédiaire, ce débit étant constitué par de l'air comprimé, épuré et refroidi ou de l'azote soutiré de la colonne moyenne pression et comprimé dans un compresseur froid.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel le débit gazeux envoyé au vaporiseur intermédiaire (21) est de l'azote provenant de la colonne moyenne
30 pression (15).

3. Procédé selon la revendication 1 dans lequel le débit gazeux envoyé au vaporiseur intermédiaire (21) est de l'air comprimé, épuré et refroidi.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la première partie d'azote détendu dans la première turbine (47) est utilisée pour la régénération de l'unité d'épuration (2).

5

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la première turbine entraîne le compresseur froid (51) où est surpressée la deuxième partie du fluide et fournit substantiellement toutes les frigories du procédé.

10

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la colonne basse pression ne comprend pas de condenseur de tête.

15

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel tout l'azote gazeux de la tête de la colonne moyenne pression est divisé seulement en les trois parties.

20

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6 dans lequel tout l'azote gazeux de la tête de la colonne moyenne pression est divisé seulement en quatre parties, la quatrième partie étant envoyée au vaporiseur intermédiaire (21).

25

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel substantiellement toutes les frigories sont produites par détente d'azote de la colonne moyenne pression dans au moins une turbine.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel on vaporise un débit d'oxygène liquide provenant de la colonne basse pression, éventuellement après pressurisation, pour produire le fluide envoyé au client.

30

11. Appareil de production d'oxygène par séparation d'air par distillation cryogénique comprenant une double colonne comprenant une colonne moyenne pression (15) et une colonne basse pression (17), la colonne basse pression contenant un vaporiseur de cuve (19), un vaporiseur intermédiaire (21) et un vaporiseur supérieur (23), une unité d'épuration (2), une ligne d'échange (11), au

moins une première turbine (47), au moins un compresseur froid (51, 157), des moyens pour envoyer de l'air comprimé épuré dans l'unité d'épuration et refroidi dans la ligne d'échange à la colonne moyenne pression de la double colonne, des moyens pour prélever un fluide riche en oxygène dans la colonne basse pression, des moyens pour le réchauffer éventuellement constitué au moins en partie par la ligne d'échange et des moyens pour envoyer le fluide riche en oxygène réchauffé envoyé au client, des moyens pour diviser de l'azote soutiré de la colonne moyenne pression en au moins trois parties, des moyens pour envoyer une première partie de l'azote à une première turbine, des moyens pour envoyer une deuxième partie de l'azote dans un compresseur froid pour être surpressée, des moyens pour envoyer la deuxième partie surpressée au vaporiseur de cuve, des moyens pour envoyer l'azote ainsi condensé à au moins une colonne de la double colonne, des moyens pour envoyer une troisième partie de l'azote au vaporiseur supérieur, sans moyen de modification de pression en aval de la colonne dont elle est soutirée et en amont du vaporiseur supérieur, des moyens pour envoyer l'azote ainsi condensé étant envoyé à au moins une colonne de la double colonne, des moyens pour envoyer un débit gazeux au vaporiseur intermédiaire, ce débit étant constitué par de l'air comprimé, épuré et refroidi ou de l'azote soutiré de la colonne moyenne pression et comprimé dans le deuxième compresseur froid.

12. Appareil selon la revendication 11 comprenant des moyens pour relier le vaporiseur intermédiaire (21) avec la tête de la colonne moyenne pression (15).

13. Appareil selon l'une des revendications 11 ou 12 comprenant des moyens pour relier la sortie de la première turbine (47) avec l'unité d'épuration (2).

14. Appareil selon l'une des revendications 11, 12 ou 13 dans lequel la première turbine (47) est couplée au compresseur froid (51) où est surpressée la deuxième partie du fluide et constitue la seule turbine de l'appareil.

15. Appareil selon l'une des revendications 11 à 14 dans lequel la colonne basse pression ne comprend pas de condenseur de tête.

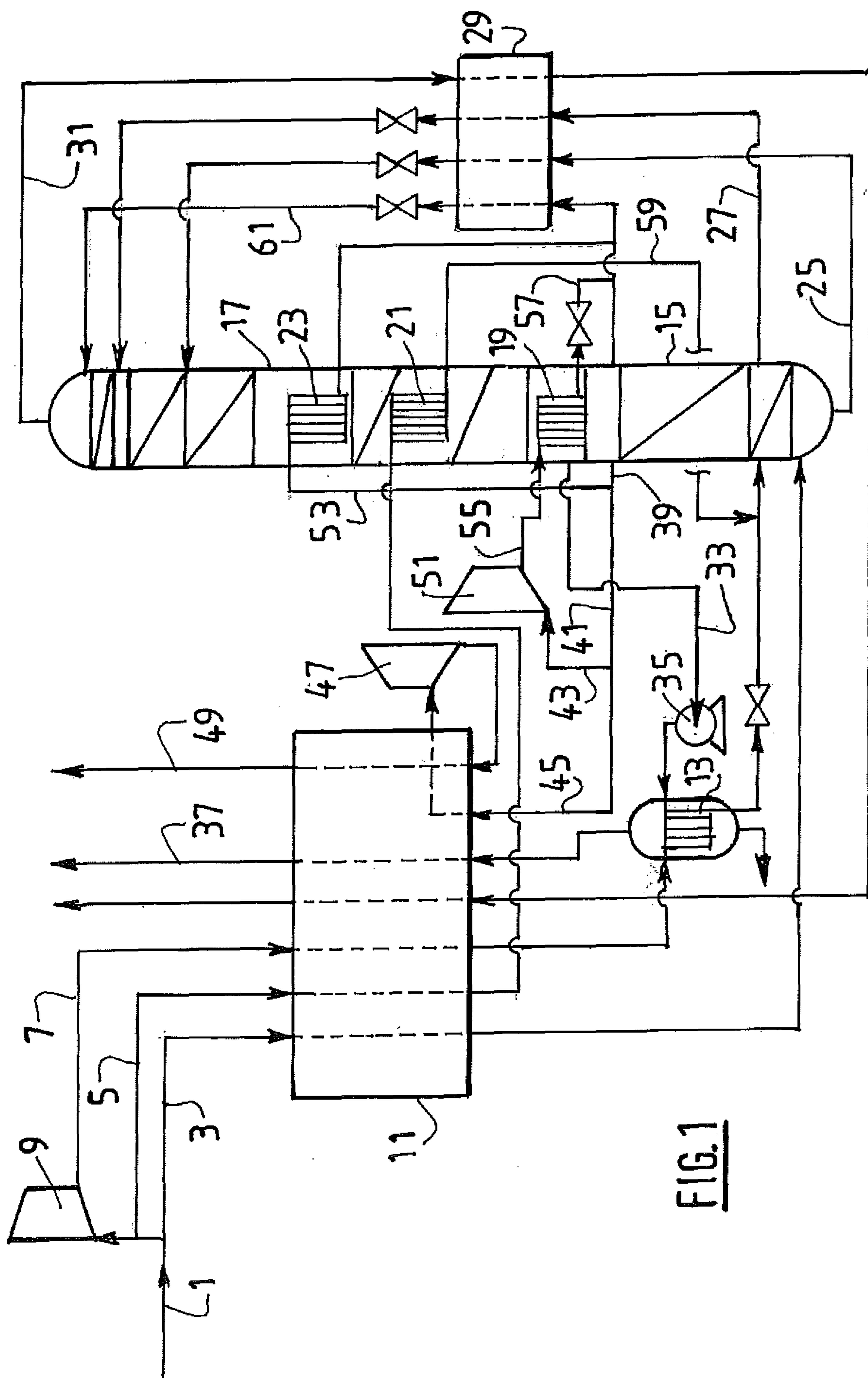


FIG. 1

