



(51) Classification internationale des brevets :
F25J 3/04 (2006.01) F04D 17/02 (2006.01)

François-Xavier [FR/FR]; 14 rue des Passereaux,
F-77680 Roissy en Brie (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/050550

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

(22) Date de dépôt international :
25 mars 2010 (25.03.2010)

(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, CL, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0901488 27 mars 2009 (27.03.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **L'AIR
LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ETUDE
ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES
CLAUDE** [FR/FR]; 75 Quai d'Orsay, F-75007 Paris
(FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
COGNARD, Marie [FR/FR]; 2 rue de Provence,
F-94550 Chevilly Larue (FR). **DUBETIER-
GRENIER, Richard** [FR/FR]; 1 bis, avenue de Brazza,
F-94210 La Varenne Saint Hilaire (FR). **LEMANT,**

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, 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, SM,

[Suite sur la page suivante]

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

(54) Titre : APPAREIL ET PROCÉDÉ DE SÉPARATION D'AIR PAR DISTILLATION CRYOGÉNIQUE

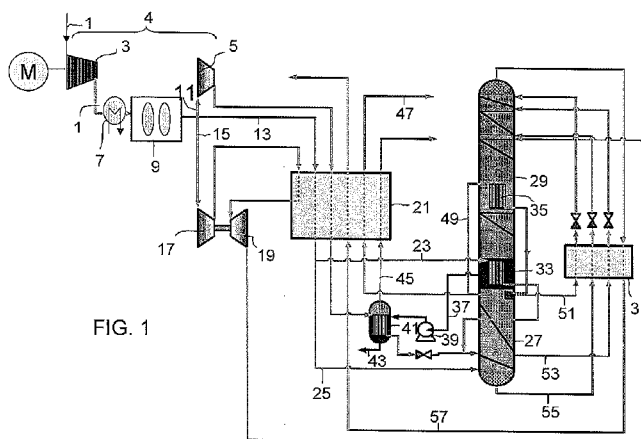


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to equipment for separating air, including a double column including a medium pressure column (37) and a low pressure column (29), a main exchanger (21), a main compressor (4), and a means (39, 41) for producing gaseous oxygen at a pressure of less than 5 bar abs, a means for sending all the air to be processed in the double column to an axial portion (3) of the main compressor for producing air that is substantially at the pressure P1 of the medium pressure column, a means for sending part of the air substantially at the pressure of the medium pressure column to a second radial or centrifugal portion (5) of the main compressor to bring the air up to a high pressure P2, a means for sending the high pressure air to the main exchanger and then optionally to a vaporizer (41), the first portion and the second portion of the compressor being on the same shaft, in the same frame, and driven by the same driving means.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :
— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

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

Une installation de séparation d'air comprend une double colonne comprenant une colonne moyenne pression (37) et une colonne basse pression (29), un échangeur principal (21), un compresseur principal (4) et des moyens (39,41) pour produire de l'oxygène gazeux à une pression inférieure à 5 bar abs, des moyens pour envoyer tout l'air à traiter dans la double colonne à une partie axiale (3) du compresseur principal pour produire de l'air substantiellement à la pression P1 de la colonne moyenne pression, des moyens pour envoyer une partie de l'air substantiellement à la pression de la colonne moyenne pression à une deuxième partie radiale ou centrifuge (5) du compresseur principal pour l'amener jusqu'à une pression élevée P2, des moyens pour envoyer l'air à la pression élevée à l'échangeur principal et éventuellement ensuite à un vaporiseur (41), la première partie et la deuxième partie du compresseur étant sur un même arbre, dans un même bâti, et entraînées par un même moyen d'entraînement

Appareil et procédé de séparation d'air par distillation cryogénique

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

5 Il est connu de « Optimize air compressor performance for GTL Plants » de Ramsdohr, Hydrocarbon Processing, janvier 2004 d'utiliser un compresseur de type axial-radial en tant que compresseur d'air principal (MAC) d'un appareil de séparation d'air comprimant tout l'air destiné à la distillation. Ces compresseurs permettent de comprimer des débits d'air supérieurs à ceux des
10 compresseurs centrifuges (à arbre unique ou à transmission qui sont limités à ~500 000 m³/h maximum). Le surpresseur d'air dénommé BAC ne comprime qu'une partie de l'air et est constitué par un compresseur centrifuge.

Ces compresseurs de type axial-radial combinent dans une même machine une partie axiale (dont le taux de compression est typiquement de ~3)
15 et une partie radiale constituée de 1 à 3 roues. Les ailettes de la partie axiale et les roues de la partie radiale sont installées sur un même arbre. Un réfrigérant est installé entre les parties axiales et radiales. Tout le débit de la partie axiale passe dans la partie radiale (aux pertes près).

Il est également connu de combiner dans des machines de type multi-
20 intégrées un MAC et un BAC : sur un même multiplicateur, et dans un même bâti (en anglais « casing »), on installe des pignons pour le MAC et des pignons pour le BAC. Des exemples se trouvent dans EP-A-0689019 et EP-A-0877217.

WO-A-2009/007310 décrit un procédé de compression utilisant une première machine qui est un compresseur radial et une deuxième machine qui
25 est un compresseur radial, les deux machines étant entraînées par le même moyen d'entraînement.

Selon un objet de l'invention, il est prévu une installation de séparation d'air comprenant système de colonnes comprenant au moins une colonne moyenne pression et au moins une colonne basse pression, éventuellement
30 thermiquement reliées entre elles, un échangeur principal, un compresseur d'air principal, des moyens pour produire de l'oxygène gazeux à une pression inférieure à 5 bar abs, comprenant des moyens pour soutirer un débit liquide enrichi en oxygène du système de colonnes et pour l'envoyer des moyens de vaporisation constitués par l'échangeur principal ou un vaporiseur indépendant

de l'échangeur principal, des moyens de réchauffage du gaz riche en oxygène produit par la vaporisation du liquide enrichi en oxygène, ces moyens de réchauffage étant constitués par l'échangeur principal, des moyens pour envoyer tout l'air à traiter dans le système de colonnes à une première partie axiale du compresseur principal pour produire de l'air à la pression P1 de la colonne moyenne pression, des moyens pour envoyer une première partie de l'air substantiellement à la pression de la colonne moyenne pression à la colonne moyenne pression, des moyens pour envoyer une deuxième partie de l'air substantiellement à la pression de la colonne moyenne pression à une deuxième partie radiale ou centrifuge du compresseur principal pour l'amener au moins jusqu'à une pression élevée P2, des moyens pour envoyer l'air à la pression élevée provenant de la deuxième partie à l'échangeur principal et éventuellement ensuite au vaporiseur, la première partie et la deuxième partie du compresseur étant sur un même arbre, dans un même bâti, et entraînées par un même moyen d'entraînement, tel qu'un moteur électrique ou une ou plusieurs turbine(s).

Selon d'autres objets facultatifs, l'installation comprend :

- des moyens de séchage et/ou décarbonatation entre la sortie de la première partie et l'entrée de la deuxième partie ;
- la première partie et la deuxième partie du compresseur sont chacune munie d'aubages directeurs ;
- une vanne de laminage installée en amont de l'entrée la deuxième partie ;
- la deuxième partie du compresseur comprend une première section et une deuxième section, des moyens pour envoyer toute la deuxième partie de l'air substantiellement à la moyenne pression à la première section pour la pressuriser à la pression élevée, des moyens pour diviser la deuxième partie de l'air en deux pour former un premier débit et un deuxième débit, des moyens pour envoyer le premier débit à l'échangeur principal et éventuellement au vaporiseur, des moyens pour envoyer le deuxième débit à la deuxième section pour la pressuriser à une pression haute plus élevée que la pression élevée et des moyens pour envoyer le deuxième débit à la pression haute à l'échangeur principal et ensuite à un vaporiseur de la colonne basse pression, de préférence à un vaporiseur de cuve de la colonne basse pression.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'air produisant de l'oxygène gazeux à une pression inférieure à 5 bars abs, utilisant un système de colonnes comprenant au moins une colonne moyenne pression et au moins une colonne basse pression, un échangeur principal, un compresseur principal ayant des étages dans lequel :

a) la totalité Q1 de l'air traité est comprimée jusqu'à une première pression P1 qui correspond à la pression de la colonne moyenne pression, aux pertes de charge près

b) une partie Q2 de cet air à la pression P1 est surpressée jusqu'à une pression élevée P2, supérieure à P1, qui permet la vaporisation d'oxygène liquide dans l'échangeur principal ou dans un vaporiseur dédié par échange de chaleur avec un débit d'oxygène liquide

c) le débit d'oxygène liquide est soutiré de la colonne basse pression, éventuellement pressurisé à une pression inférieure à 5 bars abs, et envoyé à l'échangeur principal ou à un vaporiseur dédié où il se vaporise par échange de chaleur avec au moins la partie de l'air à la pression élevée P2

d) la totalité Q1 de l'air est comprimée dans une première partie axiale du compresseur constituée par au moins le premier étage du compresseur principal

e) la partie Q2 de l'air à la pression P1 est surpressée dans une deuxième partie radiale ou centrifuge du compresseur jusqu'à la pression élevée P2

f) la valeur de Q2 est inférieure à Q1 d'au moins 33%, préférentiellement d'au moins 50% voire d'au moins 66%)

g) la première partie et la deuxième partie du compresseur sont sur un même arbre, dans un même bâti et

h) de l'énergie est fournie à la première et à la deuxième parties par le même moyen, constitué par au moins un moteur électrique et/ou au moins une turbine.

Optionnellement :

- la pression P1 est inférieure à 4.5 bar abs, préférentiellement inférieure à 4 bar, même encore inférieure à 3.5 bar abs ;

- la pression P2 est inférieure à 15 bar abs, préférentiellement inférieure à 10 bar, et encore inférieure à 6 bar abs ;

- le débit de Q2 comprimé jusqu'à la pression P2 est inférieur à la moitié du débit de Q1, et préférentiellement inférieur à un tiers du débit de Q1 ;

- la deuxième partie du compresseur principal comprend une première section et une deuxième section et dans lequel toute la partie Q2 de l'air est comprimé jusqu'à la pression P2 dans la première section, la partie Q2 est divisée en deux pour former un premier et un deuxième débit, le premier débit étant refroidi dans l'échangeur principal et éventuellement envoyé au vaporiseur à la pression élevée P2 et le deuxième débit étant surpressé jusqu'à une haute pression P3, plus élevée que la pression P2, refroidi à la haute pression dans l'échangeur principal et employé pour chauffer un vaporiseur de la colonne basse pression, de préférence le vaporiseur de cuve ;

- une partie de l'air à la première pression P1 est envoyée à un vaporiseur intermédiaire de la colonne basse pression où elle se condense, l'air condensé étant envoyé à la colonne moyenne pression ;

- on sèche la totalité Q1 de l'air traité comprimé jusqu'à une première pression P1 dans la première partie du compresseur.

L'invention sera décrite en plus de détail en se référant aux figures qui illustrent un appareil de séparation d'air selon l'invention.

Dans la Figure 1, l'appareil comprend une ligne d'échange 21 et une double colonne constituée par une colonne moyenne pression 27 et une colonne basse pression 29.

Tout l'air 1 est comprimé dans la première partie 3 d'un compresseur principal 4 constituée par au moins un étage axial pour produire de l'air à la pression P1 substantiellement égale à la pression de la colonne moyenne pression 27. La première partie comprend de préférence plusieurs étages, tous axiaux. L'air à la pression P1 est refroidi dans un refroidisseur 7 (qui peut être soit un échangeur tubulaire, soit une tour air/eau à un ou deux étages), épuré dans une unité d'épuration 9 et divisé en trois fractions. La première fraction 11 est surpressée dans au moins le dernier étage du compresseur principal, dernier étage qui fait partie de la deuxième partie du compresseur. Ce dernier étage et de préférence tous les étages de la deuxième partie sont des étages radiaux ou des étages centrifuges. Le compresseur principal avec sa première partie et sa deuxième constitue une machine unique à bâti unique et la première partie et la deuxième partie du compresseur sont entraînées par le

même moyen, dans l'exemple un moteur M. La pression P1 est inférieure à 5 bars abs, voire à 4.5 bar abs, préférablement inférieure à 4 bar, et encore inférieure à 3.5 bar abs

La première fraction 11 est amenée par la deuxième partie 5 du compresseur principal à une pression P2 et se refroidit à cette pression dans la ligne d'échange 21. La fraction 11 est ensuite envoyée à un vaporiseur 41 où elle se condense au moins partiellement avant d'être détendue et envoyée à la colonne moyenne pression 27. La pression P2 est inférieure à 15 bar abs, préférablement inférieure à 10 bar, et encore inférieure à 6 bar abs. La fraction 11 est inférieure à la moitié du débit 1, et préférentiellement inférieure à un tiers du débit 1

La deuxième fraction 13 à la pression P1 se refroidit complètement dans la ligne d'échange 21 et est divisée en deux flux. Le premier flux 23 est envoyé à un rebouilleur de cuve 33 de la colonne basse pression 29 où il se condense au moins partiellement et est envoyé à la colonne moyenne pression, mélangé au débit 11. Le deuxième flux 25 est envoyé sous forme gazeuse à la colonne moyenne pression 27.

La troisième fraction 15 est surpressée dans un surpresseur 17 entraîné par une turbine cryogénique 19, refroidie partiellement dans la ligne d'échange 21, soutirée de la ligne d'échange à un niveau intermédiaire de celle-ci et détendue dans la turbine 19 avant d'être envoyée à la colonne basse pression 29.

Un débit de liquide enrichi en oxygène 55, un débit intermédiaire 53 et un débit liquide riche en azote 51 sont soutirés de la colonne moyenne pression 27, refroidis dans l'échangeur 31, détendus et envoyés à des niveaux différents de la colonne basse pression 29.

De l'azote gazeux moyenne pression 49 est condensé dans un vaporiseur intermédiaire 35 de la colonne basse pression 29 et envoyé comme reflux en tête de la colonne moyenne pression 27. Un autre débit d'azote gazeux moyenne pression 47 se réchauffe dans la ligne d'échange.

De l'oxygène liquide 37 est soutiré en cuve de la colonne basse pression 29, pressurisé par une pompe 39 à une pression inférieure à 5 bars abs et envoyé au vaporiseur 41. A part une purge de liquide 43, l'oxygène se vaporise dans le vaporiseur 41 par échange de chaleur avec la fraction d'air 11 à la

pression P2. L'oxygène forme ensuite le débit d'oxygène gazeux pressurisé 45 qui se réchauffe dans la ligne d'échange 21.

Dans la Figure 2, l'appareil comprend une ligne d'échange 21 et une double colonne constituée par une colonne moyenne pression 27 et une
5 colonne basse pression 29. La colonne basse pression diffère de celle de la Figure 1 en ce qu'elle a trois vaporiseurs 33, 34, 35 au lieu de deux.

Tout l'air 1 est comprimé dans la première partie 3 d'un compresseur principal 4 constituée par au moins un étage axial pour produire de l'air à la pression P1 substantiellement égale à la pression de la colonne moyenne
10 pression 27. La première partie comprend de préférence plusieurs étages, tous axiaux. L'air à la pression P1 est refroidi dans un refroidisseur 7, épuré dans une unité d'épuration 9 et divisé en trois fractions. La première fraction 11 est surpressée dans la première section 5A de la deuxième partie du compresseur principal 4. La première section 5A est composée de préférence entièrement
15 d'étages radiaux ou centrifuges. Le compresseur principal avec sa première partie et sa deuxième partie, en deux sections, constitue une machine unique à bâti unique et la première partie et la deuxième partie du compresseur sont entraînées par le même moyen, dans l'exemple un moteur M. La pression P1 est inférieure à 5 bars abs, voire à 4.5 bar abs, préférentiellement inférieure à 4
20 bar, et encore inférieure à 3.5 bar abs

La première fraction 11 est amenée par la première section 5A de la deuxième partie du compresseur principal à une pression élevée P2 et se divise en deux débits. Le premier débit 26 se refroidit à cette pression P2 dans la ligne d'échange 21. Le premier débit 26 est ensuite envoyé à un vaporiseur
25 41 où il se condense au moins partiellement avant d'être détendu et envoyé à la colonne moyenne pression 27. La pression P2 est inférieure à 15 bar abs, préférentiellement inférieure à 10 bar, et encore inférieure à 6 bar abs. La première fraction 11 est inférieure à la moitié du débit 1, et préférentiellement inférieure à un tiers du débit 1. Le deuxième débit 23 est surpressé à une haute
30 pression P3 dans la deuxième section 5B de la deuxième partie du compresseur 4. La deuxième section 5B est composée, de préférence entièrement, du même type d'étages que la première section 5A, que ce soit des étages radiaux ou centrifuges. Le débit 23 à la haute pression se refroidit dans l'échangeur principal 21 et est envoyé au vaporiseur 33 en cuve de la

colonne basse pression 29. Il est également envisageable d'envoyer ce débit à un des vaporiseur supérieurs 34,35. Là le débit 23 se condense au moins partiellement et est envoyé être mélangé avec le débit 26 condensé dans le vaporiseur 41.

5 La deuxième fraction 13 à la pression P1 se refroidit complètement dans la ligne d'échange 21 et est divisée en deux flux. Le premier flux 24 est envoyé à un vaporiseur intermédiaire 34 de la colonne basse pression 29 où il se condense au moins partiellement et est envoyé à la colonne moyenne pression, mélangé au débit 26. Le deuxième flux 25 est envoyé sous forme gazeuse à la
10 colonne moyenne pression 27.

 La troisième fraction 15 est surpressée dans un surpresseur 17 entraîné par une turbine cryogénique 19, refroidie partiellement dans la ligne d'échange 21, soutirée de la ligne d'échange à un niveau intermédiaire de celle-ci et détendue dans la turbine 19 avant d'être envoyée à la colonne basse pression
15 29.

 Un débit de liquide enrichi en oxygène 55, un débit intermédiaire 53 et un débit liquide riche en azote 51 sont soutirés de la colonne moyenne pression 27, refroidis dans l'échangeur 31, détendus et envoyés à des niveaux différents de la colonne basse pression 29.

20 De l'azote gazeux moyenne pression 49 est condensé dans un vaporiseur supérieur 35 de la colonne basse pression 29 et envoyé comme reflux en tête de la colonne moyenne pression 27.

 De l'oxygène liquide 37 est soutiré en cuve de la colonne basse pression 29, pressurisé par une pompe 39 à une pression inférieure à 5 bars abs et
25 envoyé au vaporiseur 41. A part une purge de liquide 43, l'oxygène se vaporise dans le vaporiseur 41 par échange de chaleur avec le débit d'air 26 à la pression P2. L'oxygène forme ensuite le débit d'oxygène gazeux pressurisé 45 qui se réchauffe dans la ligne d'échange 21, qui est le produit principal de l'appareil.

30 Alors que les figures précédentes illustrent des doubles colonnes, il est envisageable de scinder la colonne basse pression en deux, voire trois (cas de Figure 2) pour réduire la hauteur de colonnes. De même la colonne moyenne pression peut être placée à côté de la ou les colonne(s) basse pression. Il est également concevable d'utiliser l'invention dans le contexte d'une triple

colonne, en rajoutant une colonne opérant à une pression intermédiaire entre celles de la colonne moyenne pression et de la colonne basse pression, cette colonne étant alimenté par du liquide riche vaporisé et/ou de l'air, et peut opérer éventuellement en parallèle de la colonne moyenne pression décrite précédemment

Il est aussi possible de remplacer ou compléter la détente d'air en turbine d'insufflation par une détente d'azote moyenne pression et/ou une détente d'air jusqu'à la pression de la colonne moyenne pression dans une turbine communément appelée turbine Claude.

Dans le cas des deux figures, le compresseur peut être contrôlé par des aubages directeurs dont sont munies la première et la deuxième partie. Sinon une vanne de laminage peut être placée à l'entrée de la deuxième partie du compresseur, pour contrôler la deuxième partie du compresseur.

REVENDICATIONS

1. Installation de séparation d'air comprenant système de colonnes comprenant au moins une colonne moyenne pression (27) et au moins une
5 colonne basse pression (29), éventuellement thermiquement reliées entre elles, un échangeur principal (21), un compresseur d'air principal (4), des moyens pour produire de l'oxygène gazeux à une pression inférieure à 5 bar abs, comprenant des moyens pour soutirer un débit liquide enrichi en oxygène du système de colonnes et pour l'envoyer des moyens de vaporisation constitués
10 par l'échangeur principal ou un vaporiseur (41) indépendant de l'échangeur principal, des moyens de réchauffage du gaz riche en oxygène produit par la vaporisation du liquide enrichi en oxygène, ces moyens de réchauffage étant constitués par l'échangeur principal, des moyens pour envoyer tout l'air à traiter dans le système de colonnes à une première partie axiale (3) du compresseur
15 principal pour produire de l'air à la pression P1 de la colonne moyenne pression, des moyens pour envoyer une première partie de l'air substantiellement à la pression de la colonne moyenne pression à la colonne moyenne pression, des moyens pour envoyer une deuxième partie de l'air substantiellement à la pression de la colonne moyenne pression à une
20 deuxième partie radiale ou centrifuge (5,5A,5B) du compresseur principal pour l'amener au moins jusqu'à une pression élevée P2, des moyens pour envoyer l'air à la pression élevée provenant de la deuxième partie à l'échangeur principal et éventuellement ensuite au vaporiseur, la première partie et la deuxième partie du compresseur étant sur un même arbre, dans un même
25 bâti, et entraînées par un même moyen d'entraînement, tel qu'un moteur (M) électrique ou une ou plusieurs turbine(s).

2. Installation suivant la revendication précédente comprenant des moyens de séchage et/ou décarbonatation (9) entre la sortie de la première
30 partie (3) et l'entrée de la deuxième partie (5,5A,5B).

3. Installation suivant une des revendications précédentes telle que la première partie (3) et la deuxième partie du compresseur (5,5A,5B) sont chacune munie d'aubages directeurs.

4. Installation suivant une des revendications 1 à 2 comprenant une vanne de laminage installée en amont de l'entrée la deuxième partie.

5 5. Installation selon l'une des revendications précédentes dans laquelle la deuxième partie du compresseur (5) comprend une première section (5A) et une deuxième section (5B), des moyens pour envoyer toute la deuxième partie de l'air substantiellement à la moyenne pression à la première section pour la pressuriser à la pression élevée, des moyens pour diviser la deuxième partie de
10 l'air en deux pour former un premier débit et un deuxième débit, des moyens pour envoyer le premier débit à l'échangeur principal et éventuellement au vaporiseur, des moyens pour envoyer le deuxième débit à la deuxième section pour la pressuriser à une pression haute plus élevée que la pression élevée et des moyens pour envoyer le deuxième débit à la pression haute à l'échangeur
15 principal (21) et ensuite à un vaporiseur (33,34,35) de la colonne basse pression (29), de préférence à un vaporiseur de cuve (33) de la colonne basse pression.

6. Procédé de séparation d'air produisant de l'oxygène gazeux à une
20 pression inférieure à 5 bars abs, utilisant un système de colonnes comprenant au moins une colonne moyenne pression (27) et au moins une colonne basse pression (29), un échangeur principal (21), un compresseur principal (4) ayant des étages dans lequel :

a) la totalité Q1 de l'air traité est comprimée jusqu'à une première
25 pression P1 qui correspond à la pression de la colonne moyenne pression, aux pertes de charge près ;

b) une partie Q2 de cet air à la pression P1 est surpressée jusqu'à une pression élevée P2, supérieure à P1, qui permet la vaporisation d'oxygène liquide dans l'échangeur principal ou dans un vaporiseur (41) dédié par
30 échange de chaleur avec un débit d'oxygène liquide ;

c) le débit d'oxygène liquide est soutiré de la colonne basse pression, éventuellement pressurisé à une pression inférieure à 5 bars abs, et envoyé à l'échangeur principal ou au vaporiseur dédié où il se vaporise par échange de chaleur avec au moins la partie de l'air à la pression élevée P2 ;

d) la totalité Q1 de l'air est comprimée dans une première partie axiale (3) du compresseur constituée par au moins le premier étage du compresseur principal ;

5 e) la partie Q2 de l'air à la pression P1 est surpressée dans une deuxième partie radiale ou centrifuge (5,5A,5B) du compresseur jusqu'à la pression élevée P2 ;

f) la valeur de Q2 est inférieure à Q1 d'au moins 33%, préférentiellement d'au moins 50% voire inférieure d'au moins 66% ;

10 g) la première partie et la deuxième partie du compresseur sont sur un même arbre, dans un même bâti et

h) de l'énergie est fournie à la première et à la deuxième parties par le même moyen, constitué par au moins un moteur électrique (M) et/ou au moins une turbine.

15 7. Procédé suivant la revendication 6 dans lequel la pression P1 est inférieure à 4.5 bar abs, préférentiellement inférieure à 4 bar, même encore inférieure à 3.5 bar abs.

20 8. Procédé suivant la revendication 6 ou 7 dans lequel la pression P2 est inférieure à 15 bar abs, préférentiellement inférieure à 10 bar, et encore inférieure à 6 bar abs.

25 9. Procédé selon l'une des revendications 6 à 8 dans lequel la deuxième partie du compresseur principal comprend une première section 5 (a° et une deuxième section (5B) et dans lequel toute la partie Q2 de l'air est comprimé jusqu'à la pression P2 dans la première section, la partie Q2 est divisée en deux pour former un premier et un deuxième débit, le premier débit étant refroidi dans l'échangeur principal (21) et éventuellement envoyé au vaporiseur (41) à la pression élevée P2 et le deuxième débit étant surpressé
30 jusqu'à une haute pression P3, plus élevée que la pression P2, refroidi à la haute pression dans l'échangeur principal et employé pour chauffer un vaporiseur (33,34,35) de la colonne basse pression, de préférence le vaporiseur de cuve (33).

10. Procédé selon la revendication 9 dans lequel une partie de l'air à la première pression P1 est envoyée à un vaporiseur intermédiaire (34) de la colonne basse pression où elle se condense, l'air condensé étant envoyé à la colonne moyenne pression.

5

11. Procédé selon l'une des revendications 6 à 10 dans lequel on sèche la totalité Q1 de l'air traité comprimé jusqu'à une première pression P1 dans la première partie du compresseur.

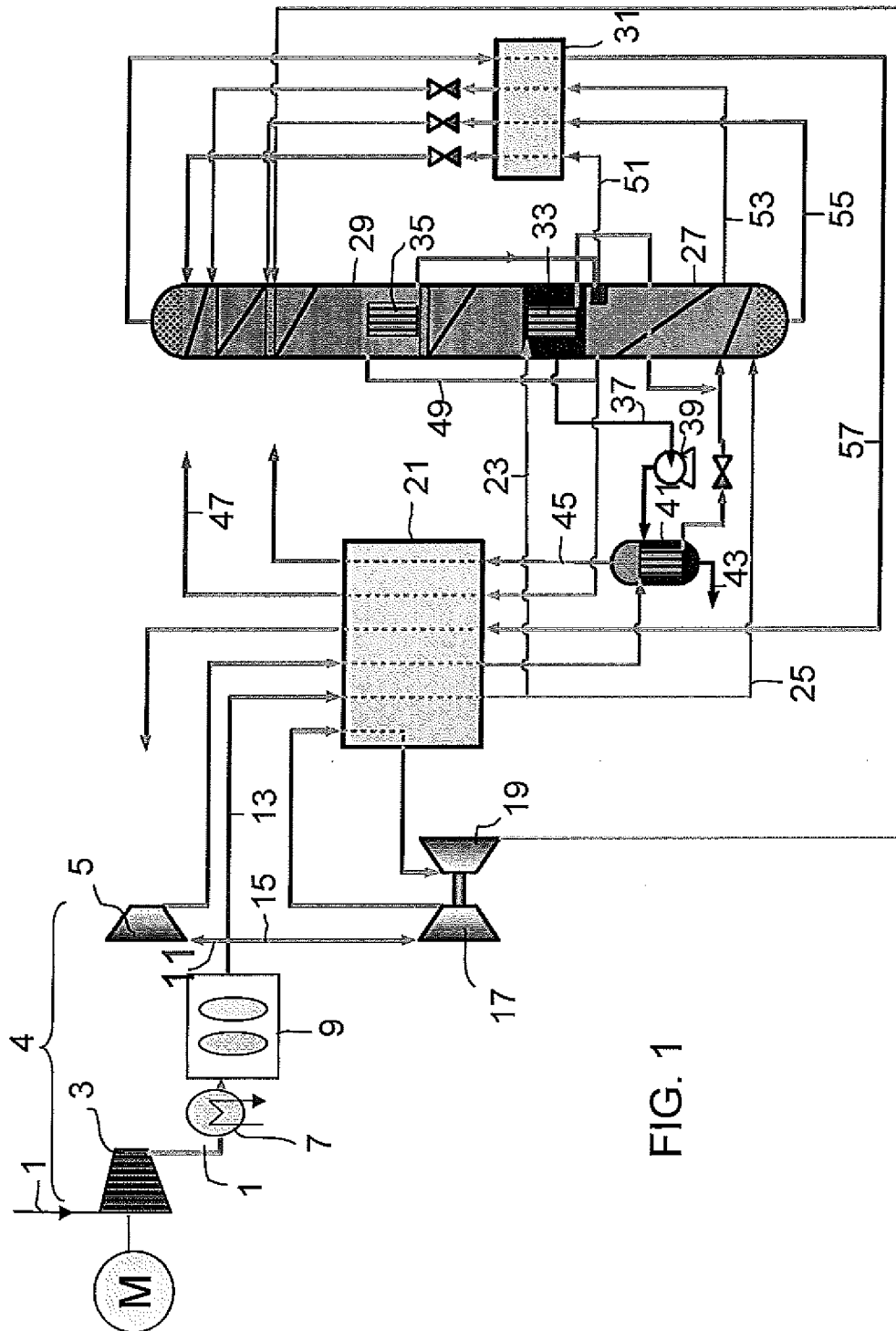


FIG. 1

