



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **93401395.4**

(51) Int. Cl.⁵ : **F25J 3/04**

(22) Date de dépôt : **02.06.93**

(30) Priorité : **23.06.92 FR 9207662**

(43) Date de publication de la demande :
29.12.93 Bulletin 93/52

(84) Etats contractants désignés :
DE FR GB IT

(71) Demandeur : **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE**
75, Quai d'Orsay
F-75321 Paris Cédex 07 (FR)

(72) Inventeur : **Grenier, Maurice**
3 rue Camille Tahan
F-75018 Paris (FR)

(74) Mandataire : **Le Moenner, Gabriel et al**
L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'étude et l'exploitation des procédés Georges Claude
75, Quai d'Orsay
F-75321 Paris Cédex 07 (FR)

(54) **Procédé et installation de production d'oxygène gazeux sous pression.**

(57) L'air entrant, comprimé en totalité à une première haute pression P1, est en partie surpressé à une pression P2. A des températures intermédiaires, une partie de chaque courant d'air est détendue dans une turbine (7, 8). Une des turbines peut échapper à une pression P3 comprise entre P1 et la moyenne pression. La majeure partie de l'oxygène séparé est soutiré sous forme liquide de la colonne basse pression (13), pompé à la pression de production et vaporisé dans la ligne d'échange thermique (2) par condensation ou pseudo-condensation d'air à l'une des pressions P1, P2 et P3.

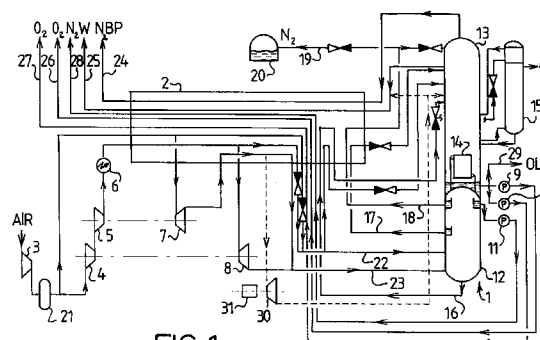


FIG.1

La présente invention est relative à un procédé de production d'oxygène gazeux sous pression par distillation d'air dans une installation comprenant une ligne d'échange thermique et une double colonne de distillation qui comporte elle-même une première colonne, dite colonne moyenne pression, fonctionnant sous une moyenne pression, et une seconde colonne, dite colonne basse pression, fonctionnant sous une basse pression, pompage d'oxygène liquide soutiré en cuve de la colonne basse pression, et vaporisation de l'oxygène comprimé par échange de chaleur avec de l'air comprimé à une haute pression d'air.

Les pressions dont il est question ci-dessous sont des pressions absolues. De plus, on entend par "condensation" et "vaporisation" soit une condensation ou une vaporisation proprement dite, soit une pseudo-condensation ou une pseudo-vaporisation, selon que les pressions en question sont subcritiques ou supercritiques.

Les procédés de ce type, dits procédés "à pompe", permettent de supprimer tout compresseur d'oxygène gazeux. Pour obtenir une dépense d'énergie acceptable, il est nécessaire de comprimer un débit d'air important, de l'ordre de 1,5 fois le débit d'oxygène à vaporiser, jusqu'à une pression suffisante permettant de le liquéfier à contre-courant de l'oxygène. Pour ceci, la technique habituelle utilise deux compresseurs en série, le second ne traitant que la fraction de l'air destinée à la vaporisation de l'oxygène liquide, ce qui accroît sensiblement l'investissement de l'installation.

L'invention a pour but de fournir un procédé utilisant un compresseur d'air unique et ayant une grande efficacité thermodynamique globale.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé du type précité, caractérisé en ce que :

- la totalité de l'air à traiter est comprimé à une première haute pression P1 nettement supérieure à la moyenne pression;
- une première partie de cet air est refroidie jusqu'à une première température intermédiaire T1, où une première fraction est détendue dans une première turbine, tandis que le reste est refroidi et liquéfié, détendu et introduit dans la colonne moyenne pression;
- le reste de l'air à la première haute pression P1 est surpressé à une seconde haute pression P2 et refroidi jusqu'à une seconde température intermédiaire T2, où un premier débit est détendu dans une seconde turbine, tandis que le reste de cet air est refroidi et liquéfié, détendu et introduit dans la colonne moyenne pression;
- éventuellement, la pression d'échappement de l'une des turbines est réglée à une pression P3 comprise entre ladite première haute pression P1 et la moyenne pression;
- la majeure partie au moins de l'oxygène séparé est soutiré à l'état liquide de la colonne basse

pression, comprimé par pompe à au moins une première pression de vaporisation à laquelle il se vaporise par condensation d'air à l'une des dites hautes pressions P1, P2 et P3, et est vaporisé par condensation d'air à cette ou à ces pressions.

Suivant d'autres caractéristiques :

- les températures intermédiaires T1 et T2 sont choisies l'une entre 0°C et -60°C environ et l'autre entre -80°C et -130°C environ;
- le débit d'air alimentant la turbine chaude est de l'ordre de 20 à 30% du débit d'air traité;
- de l'oxygène liquide additionnel soutiré de la colonne basse pression est comprimé par pompe à au moins une seconde pression de vaporisation et vaporisé à cette ou à ces pressions dans la ligne d'échange thermique;
- de l'azote liquide est soutiré de la double colonne, comprimé par pompe à au moins une pression de vaporisation d'azote, et vaporisé à cette ou à ces pressions dans la ligne d'échange thermique;
- on détend à la basse pression dans une troisième turbine une partie au moins de l'air issu de la première ou de la seconde turbine, l'air issu de la troisième turbine étant introduit dans la colonne basse pression ou dans le gaz résiduaire évacué de la partie supérieure de cette colonne;
- on détend dans la troisième turbine la totalité dudit air issu de la première ou de la deuxième turbine, cet air se trouvant sensiblement à la moyenne pression, ainsi qu'un débit complémentaire d'air soutiré en cuve de la colonne moyenne pression;
- la surpression de l'air est réalisé au moyen d'au moins deux soufflantes en série couplées chacune à l'une des turbines.

L'invention a également pour objet une installation destinée à la mise en oeuvre d'un tel procédé.

Suivant un premier aspect, cette installation, du type comprenant une double colonne de distillation d'air comprenant une colonne, dite colonne basse pression, fonctionnant sous une basse pression, et une colonne, dite colonne moyenne pression, fonctionnant sous une moyenne pression, une pompe de compression d'oxygène liquide soutiré en cuve de la colonne basse pression, des moyens de compression pour amener de l'air à distiller à une haute pression d'air nettement supérieure à la moyenne pression, et une ligne d'échange thermique pour mettre en relation d'échange thermique l'air à la haute pression et l'oxygène liquide comprimé, est caractérisée en ce que les moyens de compression comprennent un compresseur pour amener la totalité de l'air à distiller à une première haute pression P1 nettement supérieure à la moyenne pression, et des moyens de surpression d'une fraction de l'air sous cette première

haute pression jusqu'à une seconde haute pression P2, ces moyens de surpression comprenant au moins deux soufflantes en série couplées chacune à une turbine de détente, une soufflante étant couplée à une turbine de détente d'air sous la première haute pression P1 et une autre soufflante étant couplée à une seconde turbine de détente d'une partie de l'air surpressé, la ligne d'échange thermique comprenant des passages de refroidissement de l'air issu de la turbine ayant la plus haute température d'admission.

Suivant un deuxième aspect, l'installation suivant l'invention, du type comprenant une double colonne de distillation d'air comprenant une colonne, dite colonne basse pression, fonctionnant sous une basse pression, et une colonne, dite colonne moyenne pression, fonctionnant sous une moyenne pression, une pompe de compression d'oxygène liquide soutiré en cuve de la colonne basse pression, des moyens de compression pour amener de l'air à distiller à une haute pression d'air nettement supérieure à la moyenne pression, et une ligne d'échange thermique pour mettre en relation d'échange thermique l'air à la haute pression et l'oxygène liquide comprimé, est caractérisée en ce que les moyens de compression comprennent un compresseur pour amener la totalité de l'air à distiller à une première haute pression nettement supérieure à la moyenne pression, et des moyens de surpression d'une fraction de l'air sous cette première haute pression jusqu'à une seconde haute pression, ces moyens de surpression comprenant au moins deux soufflantes en série couplées chacune à une turbine de détente, une soufflante étant couplée à une turbine de détente d'air sous la première haute pression P1 et une autre soufflante étant couplée à une seconde turbine de détente d'une partie de l'air surpressé, et en ce que la température d'admission T1 de l'une des deux turbines est comprise entre 0°C et - 60°C environ, tandis que celle T2 de l'autre turbine est comprise entre - 80°C et -130°C environ.

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

- la Figure 1 représente schématiquement une installation de production d'oxygène gazeux conforme à l'invention;
- la Figure 2 est un diagramme d'échange thermique, obtenu par calcul, correspondant à cette installation; et
- les Figures 3 et 4 représentent schématiquement deux autres modes de réalisation de l'installation suivant l'invention.

L'installation représentée sur la Figure 1 est destinée à produire de l'oxygène gazeux sous deux pressions différentes, de l'azote gazeux sous deux pressions différentes, de l'oxygène liquide et de l'azote liquide.

L'installation comprend essentiellement une double colonne de distillation 1, une ligne d'échange ther-

mique 2, un compresseur d'air principal 3, deux soufflantes en série 4, 5 munies en sortie d'un réfrigérant 6, une turbine "chaude" 7, une turbine "froide" 8, deux pompes d'oxygène liquide 9, 10 et une pompe d'azote liquide 11.

La double colonne 1 comprend une colonne moyenne pression fonctionnant sous 5 à 6 bars, une colonne basse pression 13 du type "à minaret" fonctionnant un peu au-dessus de la pression atmosphérique, un vaporiseur-condenseur 14 qui met la vapeur de tête (azote) de la colonne 12 en relation d'échange thermique avec le liquide de cuve (oxygène) de la colonne 13, et une colonne auxiliaire 15 de production d'argon impur couplée à la colonne 13.

On retrouve les conduites classiques 16 de remontée de "liquide riche" (air enrichi en oxygène) de la cuve de la colonne 12 à un point intermédiaire de la colonne 15 et/ou au condenseur de tête de la colonne 15, 17 de remontée de "liquide pauvre inférieur" (azote impur) d'un point intermédiaire de la colonne 12 à un point intermédiaire de la colonne 13, 18 de remontée de "liquide pauvre supérieur" (azote pur) du sommet de la colonne 12 au sommet de la colonne 13, les conduites 16, 17 et 18 étant chacune équipées d'une vanne de détente. Les liquides véhiculés par ces trois conduites sont sous-refroidis dans la partie froide de la ligne d'échange 2. Un embranchement 19 de la conduite 18, équipé d'une vanne de détente, conduit à un stockage d'azote liquide 20.

La roue de la soufflante 4 est rigidement accouplée à celle de la turbine 8, et, de même, la roue de la soufflante 5 est rigidement accouplée à celle de la turbine 7.

En fonctionnement, l'air à distiller est comprimé en totalité par le compresseur 3 à une pression P1 de l'ordre de 25 à 35 bars et épuré en eau et en anhydride carbonique dans un adsorbant 21, puis divisé en deux courants.

Le premier courant, à la pression P1, est refroidi jusqu'à une température intermédiaire T1 comprise entre 0°C et - 60°C. Une partie de ce premier courant poursuit son refroidissement, est liquéfiée, puis est détendue à la moyenne pression dans une vanne de détente et envoyée dans la colonne 12 via une conduite 22. Le reste du premier courant est sorti de la ligne d'échange à la température T1, détendu à la moyenne pression dans la turbine 7, réintroduit dans la ligne d'échange, refroidi et liquéfié, puis envoyé dans la colonne 12 via une conduite 23.

Le reste de l'air sortant de l'adsorbant 21 est surpressé en deux stades par les soufflantes 4 et 5, jusqu'à une pression P2 de l'ordre de 35 à 50 bars, pré-refroidi en 6 puis refroidi dans la ligne d'échange jusqu'à une seconde température intermédiaire T2 nettement inférieure à T1 et comprise entre -80°C et - 130°C. Une partie de cet air poursuit son refroidissement, est liquéfiée, puis est détendue à la moyenne pression dans une vanne de détente et introduite

dans la colonne 12 via la conduite 22 précitée. Le reste de l'air à la pression P2 est sorti de la ligne d'échange à la température T2, détendu à la moyenne pression dans la turbine 8 et introduit dans la colonne 12 via la conduite 23 précitée.

Le refroidissement de l'air est assuré par circulation à contre-courant, dans la ligne d'échange 2, de plusieurs fluides :

- l'azote gazeux basse pression issu du sommet de la colonne 13, et l'azote impur ou "waste" produit par cette même colonne, ces deux gaz parcourant la ligne d'échange de son bout froid à son bout chaud, puis étant évacués via des conduites respectives 24 et 25.
- la majeure partie de l'oxygène séparé est soustraite en cuve de la colonne 13 sous forme liquide, amenée à une première pression P01, relativement basse, par la pompe 9, vaporisée en condensant de l'air soit à la pression P1, ce qui correspond à P01 = 11 à 17 bars, soit à la pression P2, ce qui correspond à P01 = 17 à 22 bars, réchauffée à la température ambiante puis évacuée en tant que produit via une conduite 26;
- une autre partie de l'oxygène séparé, que l'on désire, dans cet exemple, produire sous forme gazeuse à une seconde pression P02, relativement élevée, typiquement comprise entre 11 et 60 bars, soustraite en cuve de la colonne 13 sous forme liquide, amenée à cette seconde pression P02, vaporisée dans la ligne d'échange par prélèvement de chaleur sur l'air, sans que cette vaporisation soit nécessairement concomitante à la condensation de cet air, puis réchauffée à la température ambiante et évacuée en tant que produit via une conduite 27; et
- de l'azote, que l'on désire, dans cet exemple, produire sous forme gazeuse sous une pression de l'ordre de 5 à 60 bars et de préférence de 25 à 35 bars, soustrait sous forme liquide en tête de la colonne 12, amené par la pompe 11 à cette pression de production, vaporisé dans la ligne d'échange par prélèvement de chaleur sur l'air sans que cette vaporisation soit nécessairement concomitante à la condensation de cet air, réchauffé à la température ambiante, et évacué en tant que produit via une conduite 28.

Simultanément à la production d'oxygène et d'azote gazeux, l'installation produit des quantités notables de liquide (oxygène et/ou azote). Pour de l'air à 25 bars à la sortie du compresseur 3, la quantité de liquide peut atteindre 40% du débit d'oxygène séparé. On a indiqué sur la Figure 1, outre la conduite 19 d'azote liquide, une conduite 29 de production d'oxygène liquide.

Le diagramme d'échange thermique de la Figure 2 correspond au schéma de la Figure 1 décrit ci-des-

sus, avec les données numériques suivantes :

- débit d'air traité : 26.000 Nm²/h
- P1 = 27,5 bars, P2 = 39,5 bars
- T1 = - 35°C, T2 = - 122°C
- la production d'oxygène gazeux est répartie en deux tiers à 12 bars (conduite 26) et un tiers à 42 bars (conduite 27)
- l'installation produit également 1.600 Nm²/h d'azote gazeux pur sous 42 bars (conduite 28), et 1.900 Nm²/h de liquide.

Le diagramme d'échange comporte une courbe C1 correspondant à l'ensemble des fluides réchauffés, et une courbe C2 correspondant à l'air traité en cours de refroidissement.

Sur la courbe C1, on voit en A le palier de vaporisation de l'oxygène sous 12 bars, en B une inflexion correspondant au pseudo-palier de vaporisation de l'azote sous 42 bars, et en C le palier de vaporisation de l'oxygène sous 42 bars (plus court que le palier A puisque le débit est plus faible).

Sur la courbe C2, le point D correspond à l'entrée d'air à la pression P2, à = 32°C, E à l'entrée d'air à la pression P1, à = 12°C, où l'écart de température entre les courbes C2 et C1 est minimal (2°C), ce qui est très favorable, F à l'admission de la turbine 7, qui réduit la pente de la courbe, G à l'admission de la turbine 8, au voisinage du palier C, qui provoque un effet analogue, H au pseudo-palier de condensation de l'air sous la pression P2, au voisinage du pseudo-palier B, et I au genou de condensation de l'air sous la pression P1, en regard du palier A, avec un écart de température minimal et à peu près de même longueur que ce palier A.

On voit sur la Figure 2 que, sur toute la gamme des températures couverte par la ligne d'échange, les deux courbes sont remarquablement proches l'une de l'autre, ce qui correspond à une grande efficacité thermodynamique globale du procédé.

En variante, comme représenté en trait interrompu sur la Figure 1, l'installation peut comporter une troisième turbine 30, par exemple freinée par un alternateur 31, adaptée pour détendre à la basse pression une partie de l'air moyenne pression issu de la turbine 7. Comme représenté, l'échappement de la turbine 30 est relié à un point intermédiaire de la colonne 13 ou à la conduite véhiculant l'azote impur résiduaire. L'admission de la turbine 30 est à une température de -100°C à -150°C environ.

Une telle turbine basse pression est intéressante dans deux cas : d'une part, pour valoriser la faible énergie de séparation lorsque l'oxygène est produit à une pureté comprise entre 85% et 98%, en augmentant la production de liquide sans diminution notable du rendement d'extraction en oxygène; d'autre part, pour augmenter la production de liquide au détriment de celle d'oxygène. Si, comme représenté, l'installation produit de l'argon, il est préférable d'envoyer l'air basse pression dans l'azote impur pour maintenir un

bon rendement d'extraction en argon. Dans le cas inverse, cet air basse pression peut être insufflé dans la colonne 13.

L'installation de la Figure 3 diffère de la précédente par les points suivants :

- la turbine basse pression 30 est freinée par une troisième soufflante 32, dont la roue est rigidement accouplée à celle de cette turbine et qui est montée en série avec les soufflantes 4 et 5, en amont de celles-ci;
- le débit à détendre dans la turbine 30 est supérieur à celui détendu dans la turbine 7. Par suite, la turbine 30 est alimentée d'une part par la totalité de l'air moyenne pression issu de la turbine 7, d'autre part par un complément d'air moyenne pression provenant de la colonne 12 via une conduite 33 et réchauffé dans la ligne d'échange jusqu'à la température convenable;
- seule la pompe 9 est affectée à l'oxygène, qui est donc produit sous une seule pression et vaporisé en totalité par condensation d'air à l'une des trois pressions disponibles (P1, P2 et la moyenne pression), tandis que les pompes 10 et 11 sont affectées à l'azote, qui est ainsi produit sous deux pressions différentes et, également, vaporisé par condensation d'air.

Le schéma de la Figure 4 ne diffère de celui de la Figure 1 que par le montage des turbines 7 et 8. En effet, c'est la turbine "chaude" 7 qui est alimentée par de l'air à la plus haute pression P2, tandis que la turbine "froide" 8 est alimentée par de l'air à la pression P1. De plus, la turbine 7 échappe à une pression P3 supérieure à la moyenne pression et, en pratique, comprise entre cette moyenne pression et la pression P1. L'air à la pression P3 est refroidi et liquéfié dans la ligne d'échange, par vaporisation d'oxygène, puis détendu à la moyenne pression dans une vanne de détente 34 avant d'être envoyé dans la colonne 12. Cette disposition est particulièrement intéressante pour une pression d'oxygène comprise entre 3 bars et 8 bars.

Dans chacun des exemples décrits ci-dessus, la ligne d'échange 2 de l'installation comporte des passages de refroidissement d'air à trois pressions différentes. Une ou plusieurs de ces pressions peuvent être utilisées pour condenser l'air par vaporisation à contre-courant, avec un faible écart de températures de l'ordre de 2°C, d'au moins la majeure partie de l'oxygène séparé, comprimé à l'état liquide à une pression correspondante et vaporisé sous cette pression, de l'oxygène additionnel à une autre pression et/ou de l'azote pouvant éventuellement être, en outre, comprimés à l'état liquide et vaporisés dans la ligne d'échange 2.

Comme on peut choisir à volonté les pressions P1 et P3, et régler la pression P2 en jouant sur les débits d'air turbiné et sur la pression P1, il en résulte une très grande souplesse de choix des pressions de va-

porisation de l'oxygène et éventuellement de l'azote. Lorsque la vaporisation majoritaire d'oxygène condense l'air à la pression P3, on peut ajuster le débit de cet air au débit d'oxygène à vaporiser, c'est-à-dire que ce débit d'air est réglé entre 20% à 30% du débit d'air traité; un tel débit à travers la turbine "chaude" 7 permet en effet de rester au voisinage de l'optimum thermodynamique.

Il est à noter que, en ce qui concerne la partie minoritaire de l'oxygène et l'azote, leurs pressions de vaporisation peuvent n'être liées en aucune façon aux pressions P1, P2 et P3.

Par ailleurs, l'installation produit une fraction de l'oxygène et de l'azote sous forme liquide avec une excellente énergie spécifique du fait de l'utilisation de deux turbines de détente à températures d'admission très différentes.

Revendications

1 - Procédé de production d'oxygène gazeux sous pression par distillation d'air dans une installation comprenant une ligne d'échange thermique (2) et une double colonne de distillation (1) qui comporte elle-même une première colonne (12), dite colonne moyenne pression, fonctionnant sous une moyenne pression, et une seconde colonne (13), dite colonne basse pression, fonctionnant sous une basse pression, pompage (en 9, 10) d'oxygène liquide soutiré en cuve de la colonne basse pression, et vaporisation de l'oxygène comprimé par échange de chaleur avec de l'air comprimé à une haute pression d'air, caractérisé en ce que :

- la totalité de l'air à traiter est comprimé à une première haute pression P1 nettement supérieure à la moyenne pression;
- une première partie de cet air est refroidie jusqu'à une première température intermédiaire T1, où une première fraction est détendue dans une première turbine (7; 8), tandis que le reste est refroidi et liquéfié, détendu et introduit dans la colonne moyenne pression (12);
- le reste de l'air à la première haute pression P1 est surpressé à une seconde haute pression P2 et refroidi jusqu'à une seconde température intermédiaire T2, où un premier débit est détendu dans une seconde turbine (8; 7), tandis que le reste de cet air est refroidi et liquéfié, détendu et introduit dans la colonne moyenne pression (12);
- éventuellement, la pression d'échappement de l'une des turbines (7, 8) est réglée à une pression P3 comprise entre ladite première haute pression P1 et la moyenne pression;
- la majeure partie au moins de l'oxygène séparé est soutiré à l'état liquide de la colonne basse pression (13), comprimé par pompe à au moins

une première pression de vaporisation à laquelle il se vaporise par condensation d'air à l'une desdites hautes pressions P1, P2 et P3, et est vaporisé par condensation d'air à cette ou à ces pressions.

2 - Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les températures intermédiaires T1 et T2 sont choisies l'une entre 0°C et -60°C environ et l'autre entre -80°C et -130°C environ.

3 - Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le débit d'air alimentant la turbine chaude (7; 8) est de l'ordre de 20 à 30% du débit d'air traité.

4 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que de l'oxygène liquide additionnel soutiré de la colonne basse pression (13) est comprimé par pompe à au moins une seconde pression de vaporisation et vaporisé à cette ou à ces pressions dans la ligne d'échange thermique (2).

5 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que de l'azote liquide est soutiré de la double colonne (1), comprimé par pompe (10, 11) à au moins une pression de vaporisation d'azote, et vaporisé à cette ou à ces pressions dans la ligne d'échange thermique (2).

6 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on détend à la basse pression dans une troisième turbine (30) une partie au moins de l'air issu de la première ou de la seconde turbine (7, 8), l'air issu de la troisième turbine étant introduit dans la colonne basse pression (13) ou dans le gaz résiduaire évacué de la partie supérieure de cette colonne.

7 - Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'on détend dans la troisième turbine (30) la totalité dudit air issu de la première ou de la deuxième turbine (7, 8), cet air se trouvant sensiblement à la moyenne pression, ainsi qu'un débit complémentaire d'air soutiré en cuve de la colonne moyenne pression (12).

8 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la surpression de l'air est réalisée au moyen d'au moins deux soufflantes (4, 5, 32) en série couplées chacune à l'une des turbines (7, 8, 30).

9 - Installation de production d'oxygène gazeux sous pression pour la mise en oeuvre d'un procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, du type comprenant une double colonne de distillation d'air (1) comprenant une colonne, dite colonne basse pression (13), fonctionnant sous une basse pression, et une colonne, dite colonne moyenne pression (12) fonctionnant sous une moyenne pression, une pompe (9, 10) de compression d'oxygène liquide soutiré en cuve de la colonne basse pression (13), des moyens de compression (3, 4, 5, 32) pour amener de l'air à distiller à une haute pression d'air nettement supérieure à la moyenne pression, et une ligne d'échange ther-

mique (2) pour mettre en relation d'échange thermique l'air à la haute pression et l'oxygène liquide comprimé, caractérisée en ce que les moyens de compression comprennent un compresseur (3) pour amener la totalité de l'air à distiller à une première haute pression P1 nettement supérieure à la moyenne pression, et des moyens (4, 5, 32) de surpression d'une fraction de l'air sous cette première haute pression jusqu'à une seconde haute pression P2, ces moyens de surpression comprenant au moins deux soufflantes en série couplées chacune à une turbine de détente (7, 8, 30), une soufflante (4; 5) étant couplée à une turbine (7; 8) de détente d'air sous la première haute pression P1 et une autre soufflante (5; 4) étant couplée à une seconde turbine (8; 7) de détente d'une partie de l'air surpressé, la ligne d'échange thermique (2) comprenant des passages de refroidissement de l'air issu de la turbine (7) ayant la plus haute température d'admission.

10 - Installation suivant la revendication 9, caractérisée en ce que la température T1 d'admission de l'une (7) des deux turbines est comprise entre 0°C et -60°C environ, tandis que celle T2 de l'autre turbine (8) est comprise entre -80°C et -130°C environ.

11 - Installation suivant la revendication 9 ou 10, caractérisée en ce qu'elle comprend une deuxième pompe (10) d'oxygène liquide ou d'azote liquide, et éventuellement une troisième pompe (11) d'oxygène liquide ou d'azote liquide, et en ce que la ligne d'échange thermique (2) comporte des passages de vaporisation-réchauffement correspondants.

12 - Installation suivant l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisée en ce qu'elle comprend une troisième turbine (30) de détente à la basse pression d'une partie au moins de l'air issu de la turbine (7) ayant la plus haute température d'admission, et des moyens pour introduire l'air issu de la troisième turbine dans la colonne basse pression (13) ou dans une conduite de gaz résiduaire de cette colonne.

13 - Installation suivant la revendication 12, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens (33) pour compléter l'alimentation de la troisième turbine (30) avec de l'air soutiré en cuve de la colonne moyenne pression (12), ledit air issu de la turbine (7) ayant la plus haute température d'admission étant sensiblement à la moyenne pression.

14 - Installation de production d'oxygène gazeux sous pression pour la mise en oeuvre d'un procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, du type comprenant une double colonne de distillation d'air (1) comprenant une colonne, dite colonne basse pression (13), fonctionnant sous une basse pression, et une colonne, dite colonne moyenne pression (12), fonctionnant sous une moyenne pression, une pompe (9, 10) de compression d'oxygène liquide soutiré en cuve de la colonne basse pression (13), des moyens de compression (3, 4, 5, 32) pour amener de l'air à distiller à une haute pression d'air nettement supérieure

à la moyenne pression, et une ligne d'échange thermique (2) pour mettre en relation d'échange thermique l'air à la haute pression et l'oxygène liquide comprimé, caractérisée en ce que les moyens de compression comprennent un compresseur (3) pour amener la totalité de l'air à distiller à une première haute pression P1 nettement supérieure à la moyenne pression, et des moyens (4, 5, 32) de surpression d'une fraction de l'air sous cette première haute pression jusqu'à une seconde haute pression P2, ces moyens de surpression comprenant au moins deux soufflantes en série couplées chacune à une turbine de détente (7, 8, 32), une soufflante (4; 5) étant couplée à une turbine (7; 8) de détente d'air sous la première haute pression P1 et la seconde soufflante (5; 4) étant couplée à une seconde turbine (8; 7) de détente d'une partie de l'air surpressé, et en ce que la température T1 d'admission de l'une (7) des deux turbines est comprise entre 0°C et - 60°C environ, tandis que celle T2 de l'autre turbine (8) est comprise entre - 80°C et - 130°C environ.

15 - Installation suivant la revendication 14, caractérisé en ce que la ligne d'échange thermique (2) comprend des passages de refroidissement de l'air issu de la turbine (7) ayant la plus haute température d'admission.

30

35

40

45

50

55

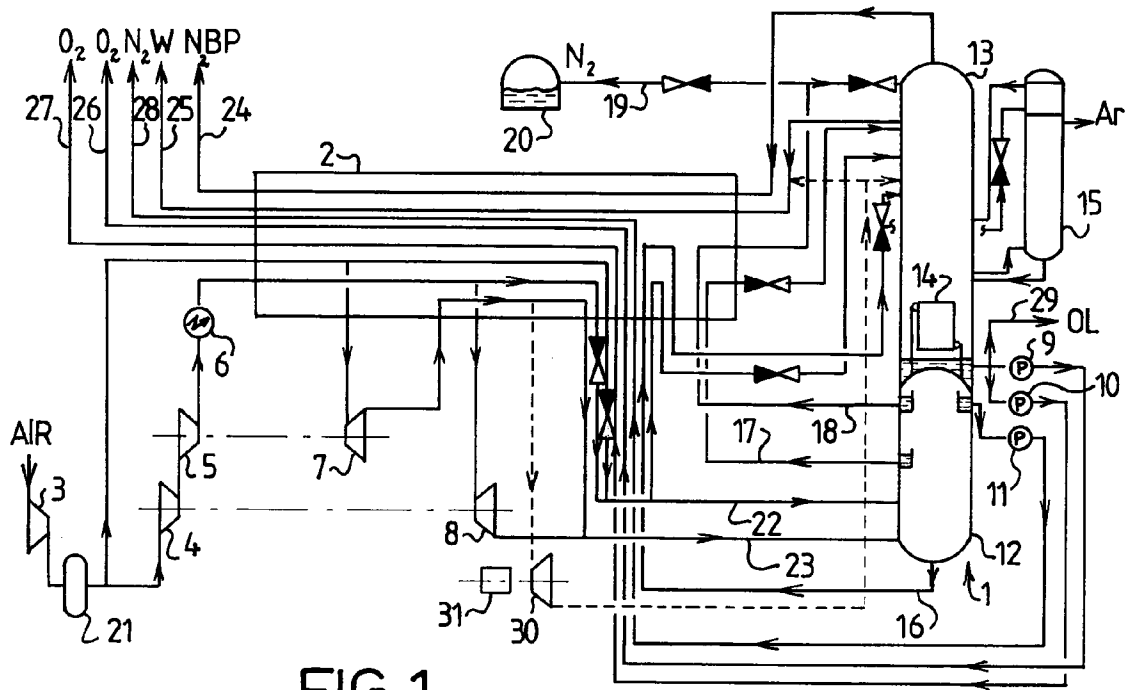


FIG. 1

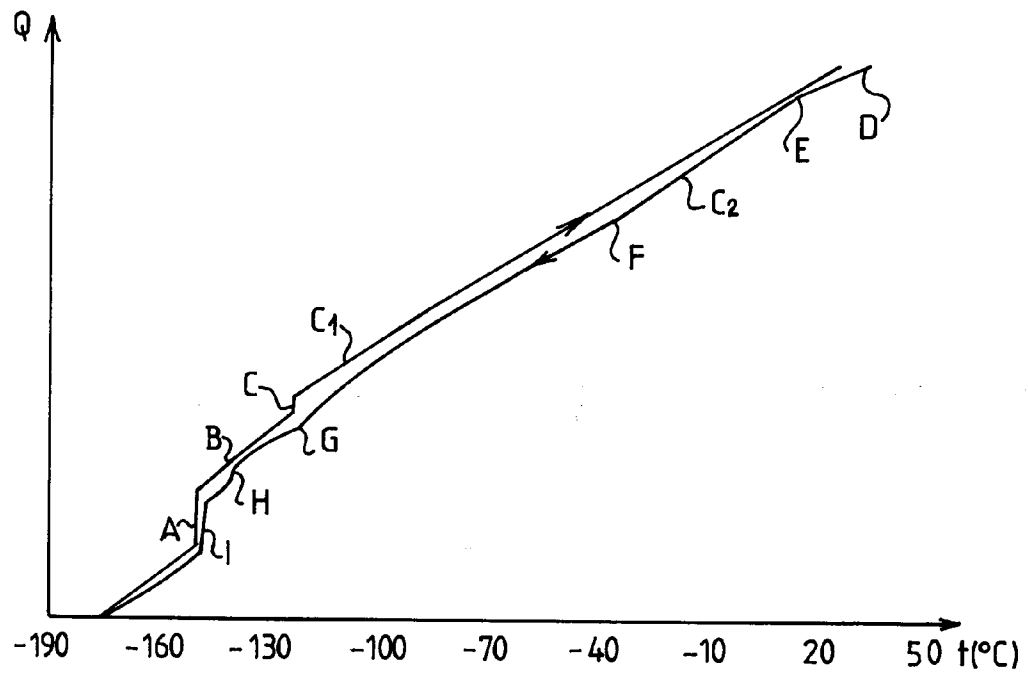


FIG. 2

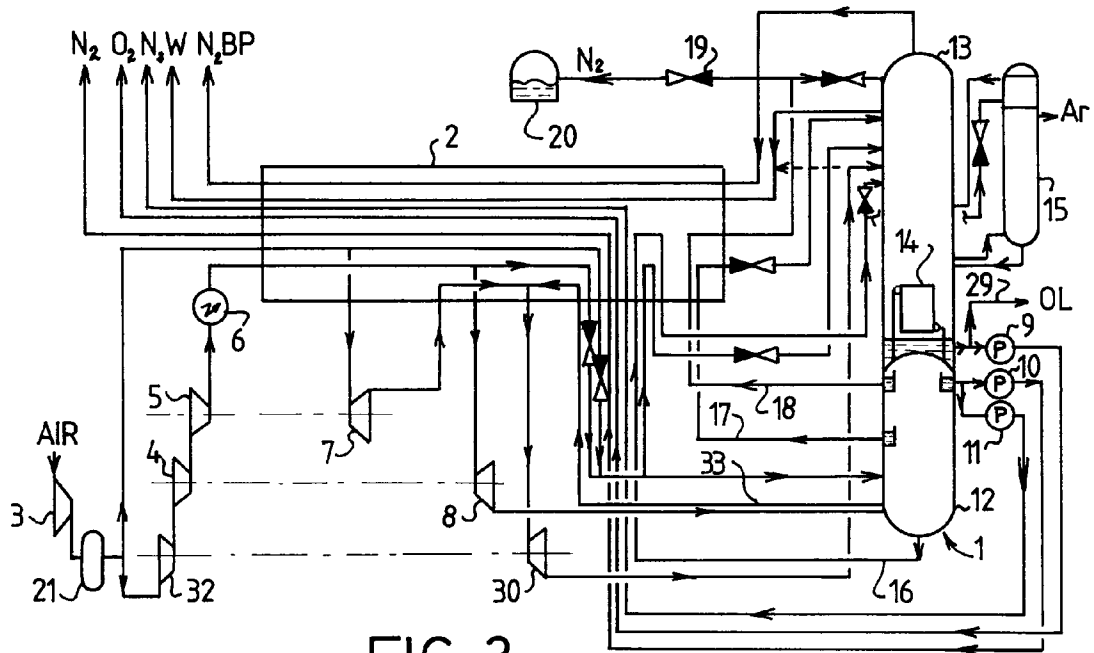


FIG. 3

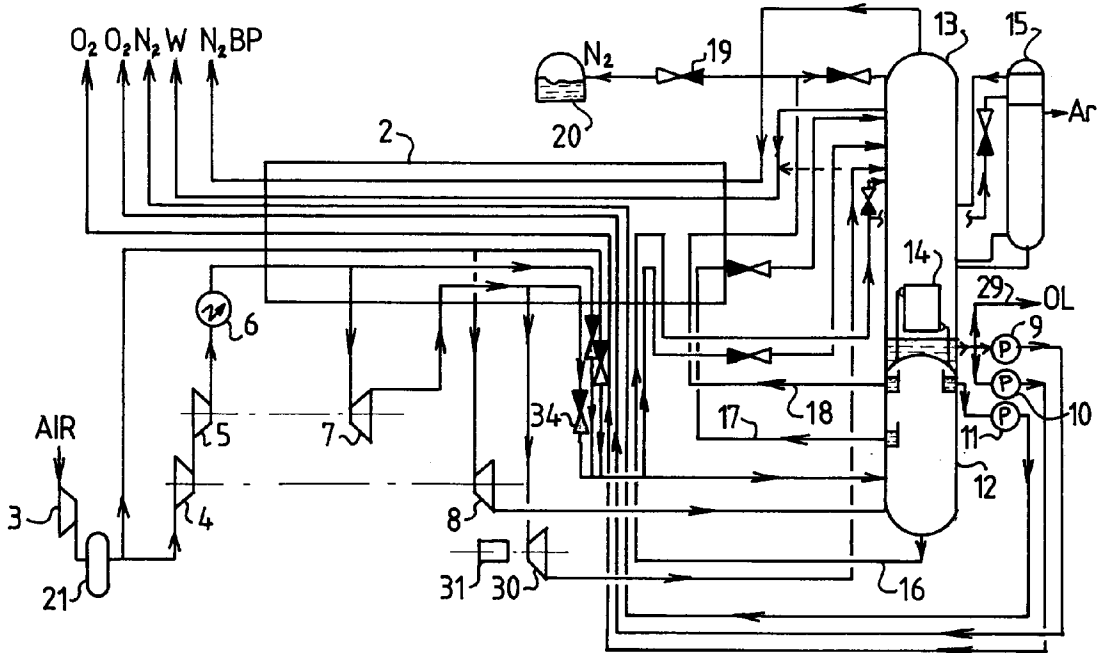


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 93 40 1395

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.5)
A	EP-A-0 024 962 (L'AIR LIQUIDE) * résumé * * page 2, ligne 2 - page 5, ligne 34 * * figure 1 * ---	1,9	F25J3/04
A	GB-A-929 798 (THE BRITISH OXYGEN COMPANY) * page 1, ligne 11 - ligne 24 * * page 3, ligne 30 - page 4, ligne 116 * * figure * ---	1,9	
P,A	EP-A-0 504 029 (L'AIR LIQUIDE) (priorité: 11.03.91, 20.12.91; publié: 16.09.92) * résumé * * colonne 1, ligne 1 - ligne 11 * * colonne 9, ligne 47 - colonne 10, ligne 52 * * figures 8-10 * -----	1,8,9,14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			F25J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21 SEPTEMBRE 1993	Examinateur SIEM T.D.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)