

La présente invention est relative à un procédé de production d'oxygène gazeux et/ou d'azote gazeux sous pression, du type dans lequel :

- on distille de l'air dans une installation comprenant un compresseur principal d'air, une double colonne de distillation comprenant une colonne basse pression fonctionnant sous une pression dite basse pression, et une colonne moyenne pression fonctionnant sous une pression dite moyenne pression, et une ligne d'échange thermique servant à refroidir l'air traité ;
- on comprime la totalité de l'air à distiller jusqu'à au moins une haute pression d'air nettement supérieure à la moyenne pression;
- on refroidit l'air comprimé jusqu'à une température intermédiaire, et on en détend une partie dans une turbine jusqu'à la moyenne pression, avant de l'introduire dans la colonne moyenne pression;
- on liquéfie l'air non turbiné, puis on l'introduit, après détente, dans la double colonne; et
- on amène au moins un produit liquide soutiré de la double colonne à la pression de production, et on vaporise ce produit liquide par échange de chaleur avec l'air.

Les pressions dont il est question dans le présent mémoire sont des pressions absolues. De plus, l'expression "liquéfaction" doit être entendue au sens large, c'est-à-dire incluant la pseudo-liquéfaction dans le cas de pressions supercritiques.

Un procédé du type ci-dessus est décrit dans le FR-A-2 674 011. Dans ce procédé, la production gazeuse sous pression s'accompagne inévitablement d'une production de liquide, laquelle n'est pas souhaitable dans toutes les applications industrielles.

L'invention a pour but de permettre une réduction de la production de liquide pour une capacité de production donnée d'oxygène et/ou d'azote gazeux sous pression, ce de manière économique du point de vue des performances énergétiques.

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

- on fait fonctionner la colonne basse pression sous pression; et
- on détend dans une seconde turbine le gaz résiduaire de tête de la colonne basse pression, après l'avoir réchauffé jusqu'au bout chaud de la ligne d'échange thermique.

Suivant d'autres caractéristiques :

- le gaz résiduaire est surchauffé, avant sa détente, par échange de chaleur avec de l'air issu d'un étage intermédiaire du compresseur principal ;
- le gaz résiduaire détendu est utilisé pour refroidir l'air issu du dernier étage du compresseur principal, avant l'épuration en eau et en anhydride carbonique de cet air ;

- on fait fonctionner la colonne basse pression sous 1,7 à 5 bars environ, et la colonne moyenne pression sous une pression correspondante de 6,5 à 16 bars environ ;
- le produit liquide est de l'oxygène impur, et on produit en outre de l'oxygène liquide plus pur, que l'on envoie à un stockage.

L'invention a également pour objet une installation destinée à la mise en oeuvre d'un tel procédé. Cette installation, du type comprenant une double colonne de distillation comprenant une colonne basse pression fonctionnant sous une pression dite basse pression et produisant en tête un gaz résiduaire, et une colonne moyenne pression fonctionnant sous une pression dite moyenne pression; des moyens de compression pour amener la totalité de l'air à distiller à au moins une haute pression nettement supérieure à la moyenne pression, ces moyens comprenant un compresseur principal; des moyens de soutirage de la double colonne et de pompage d'au moins un produit liquide résultant de la distillation; une ligne d'échange thermique mettant en relation d'échange thermique l'air et ledit produit liquide; et une turbine de détente d'une partie de cet air, l'admission de cette turbine étant reliée à un point intermédiaire de la ligne d'échange thermique et son échappement étant relié à la colonne moyenne pression, est caractérisée en ce qu'elle comprend une seconde turbine de détente dont l'admission est reliée à la sortie de passages de réchauffement du gaz résiduaire de la ligne d'échange thermique, au bout chaud de celle-ci.

Un exemple de mise en oeuvre de l'invention va maintenant être décrit en regard du dessin annexé, sur lequel la Figure unique représente schématiquement une installation conforme à l'invention.

L'installation représentée à la Figure 1 est destinée à produire de l'oxygène gazeux sous une haute pression de 10 à 100 bars environ, de l'oxygène liquide et de l'azote liquide.

Cette installation comprend essentiellement: un compresseur principal d'air 1 comprenant lui-même au moins un étage moyenne pression 1A et un étage haute pression 1B; un appareil 2 d'épuration par adsorption; un ensemble soufflante-turbine comprenant une soufflante 3 et une turbine 4 dont les roues sont calées sur le même arbre; un réfrigérant atmosphérique ou à eau 5 pour la soufflante; une ligne d'échange thermique 6; un premier échangeur de chaleur auxiliaire 7 et un second échangeur de chaleur auxiliaire 8 ; une seconde turbine de détente 9 freinée par un alternateur 10; une double colonne de distillation 11 comprenant une colonne moyenne pression 12 et une colonne basse pression 13 couplées par un vaporiseur-condenseur 14 qui met en relation d'échange thermique l'azote de tête de la colonne 12 et l'oxygène liquide de cuve de la colonne 13; une pompe d'oxygène liquide 15; un stockage 16 d'oxygène liquide à la pression atmosphérique; un

stockage 17 d'azote liquide à la pression atmosphérique; un pot séparateur 18; et un sous-refroidisseur 19.

En fonctionnement, la colonne 13 est sous une pression de 1,7 à 5 bars environ, et la colonne 11 sous la pression correspondante de 6,5 à 16 bars environ.

La totalité de l'air à distiller est comprimé en 1A, refroidi en 7, comprimé de nouveau en 1B, refroidi en 8 vers + 5 à 15°C, épuré en eau et en CO₂ en 2 et surpressé en 3 à la haute pression. Après pré-refroidissement en 5 puis refroidissement partiel en 6 jusqu'à une température intermédiaire T1, une partie de l'air sous la haute pression poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange thermique, est liquéfié puis divisé en deux fractions. Chaque fraction est détendue dans une vanne de détente respective 20, 21 puis introduite dans la colonne 12, 13 respective.

À la température T1, le reste de l'air sous la haute pression est sorti de la ligne d'échange thermique, turbiné en 4 à la moyenne pression et introduit en cuve de la colonne 12.

De façon habituelle, du "liquide riche" (air enrichi en oxygène) soutiré en cuve de la colonne 12 et du "liquide pauvre" (azote à peu près pur) soutiré de la région supérieure de cette colonne sont, après sous-refroidissement en 19 et détente dans des vannes de détente respectives 22 et 23, introduits à un niveau intermédiaire et en tête, respectivement, de la colonne 13.

De l'oxygène liquide est soutiré en cuve de la colonne 13. Une fraction va directement, après sous-refroidissement en 19 et détente à la pression atmosphérique dans une vanne de détente 24, dans le stockage 16, tandis que le reste est amené par la pompe 15 à la haute pression de production désirée, puis vaporisé et réchauffé à la température ambiante dans la ligne d'échange thermique avant d'être récupéré via une conduite 25.

Par ailleurs, de l'azote liquide sous la moyenne pression, soutiré en tête de la colonne 12, est sous-refroidi en 19, détendu à la pression atmosphérique dans une vanne de détente 26, et introduit dans le pot séparateur 18. La phase liquide est envoyée dans le stockage 17, tandis que la phase vapeur est réunie à l'azote impur de tête de la colonne 13, puis le mélange est réchauffé en 19 puis en 6.

Le gaz résiduaire ainsi réchauffé à la température ambiante est surchauffé en 7 puis détendu à peu près à la pression atmosphérique en 9, puis le gaz détendu est réchauffé en 8. Il peut ensuite, avant d'être évacué de l'installation, servir à régénérer l'absorbant de l'appareil 2.

On peut ainsi produire de l'oxygène gazeux haute pression, ayant une pureté donnée, avec une énergie spécifique de production réduite, un ratio production de liquide/capacité de séparation en oxygène réduit, et un rendement d'extraction élevé.

Le fonctionnement sous pression de la colonne

13 a pour conséquence une baisse de pureté de l'oxygène produit. Ainsi, l'oxygène gazeux haute pression et l'oxygène liquide stocké en 16 ont typiquement une pureté de l'ordre de 95%. Cependant, il est possible de prévoir quelques plateaux de distillation entre les soutirages d'oxygène liquide destinés d'une part au stockage 16, d'autre part à la pompe 15, et de produire ainsi une fraction, par exemple 20% de l'oxygène, sous forme d'oxygène liquide à pureté élevée, typiquement à 99,5% de pureté.

L'invention s'applique également à la production d'azote gazeux sous haute pression, porté par une pompe (non représentée) à la haute pression désirée puis vaporisé dans la ligne d'échange thermique, et/ou à la production d'oxygène et/ou d'azote sous plusieurs pressions, en utilisant plusieurs hautes pressions d'air. De plus, la vaporisation du ou des liquides peut s'effectuer de façon non concomitante à la liquéfaction d'air, avec un genou de liquéfaction de l'air au-dessous de la température de vaporisation de l'oxygène, ou de façon concomitante à cette liquéfaction.

Revendications

1 - Procédé de production d'oxygène gazeux et/ou d'azote gazeux sous pression, du type dans lequel:

- on distille de l'air dans une installation comprenant un compresseur principal d'air (1), une double colonne de distillation (11) comprenant une colonne basse pression (13) fonctionnant sous une pression dite basse pression, et une colonne moyenne pression (12) fonctionnant sous une pression dite moyenne pression, et une ligne d'échange thermique (6) servant à refroidir l'air traité ;
 - on comprime (en 1, 3) la totalité de l'air à distiller jusqu'à au moins une haute pression d'air nettement supérieure à la moyenne pression;
 - on refroidit l'air comprimé jusqu'à une température intermédiaire, et on en détend une partie dans une turbine (4) jusqu'à la moyenne pression, avant de l'introduire dans la colonne moyenne pression (12);
 - on liquéfie l'air non turbiné, puis on l'introduit, après détente (en 20, 21), dans la double colonne; et
 - on amène (en 15) au moins un produit liquide soutiré de la double colonne à la pression de production, et on vaporise ce produit liquide par échange de chaleur avec l'air,
- caractérisé en ce que :
- on fait fonctionner la colonne basse pression (13) sous pression; et
 - on détend dans une seconde turbine (9) le gaz résiduaire de tête de la colonne basse pres-

sion, après l'avoir réchauffé jusqu'au bout chaud de la ligne d'échange thermique (6).

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz résiduaire est surchauffé, avant sa détente, par échange de chaleur (en 7) avec de l'air issu d'un étage intermédiaire (1A) du compresseur principal (1).

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le gaz résiduaire détendu est utilisé pour refroidir (en 8) l'air issu du dernier étage (1B) du compresseur principal (1), avant l'épuration en eau et en anhydride carbonique de cet air.

4 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on fait fonctionner la colonne basse pression (12) sous 1,7 à 5 bars environ, et la colonne moyenne pression (11) sous une pression correspondante de 6,5 à 16 bars environ.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit produit liquide est de l'oxygène impur, et en ce qu'on produit en outre de l'oxygène liquide plus pur, que l'on envoie à un stockage (16).

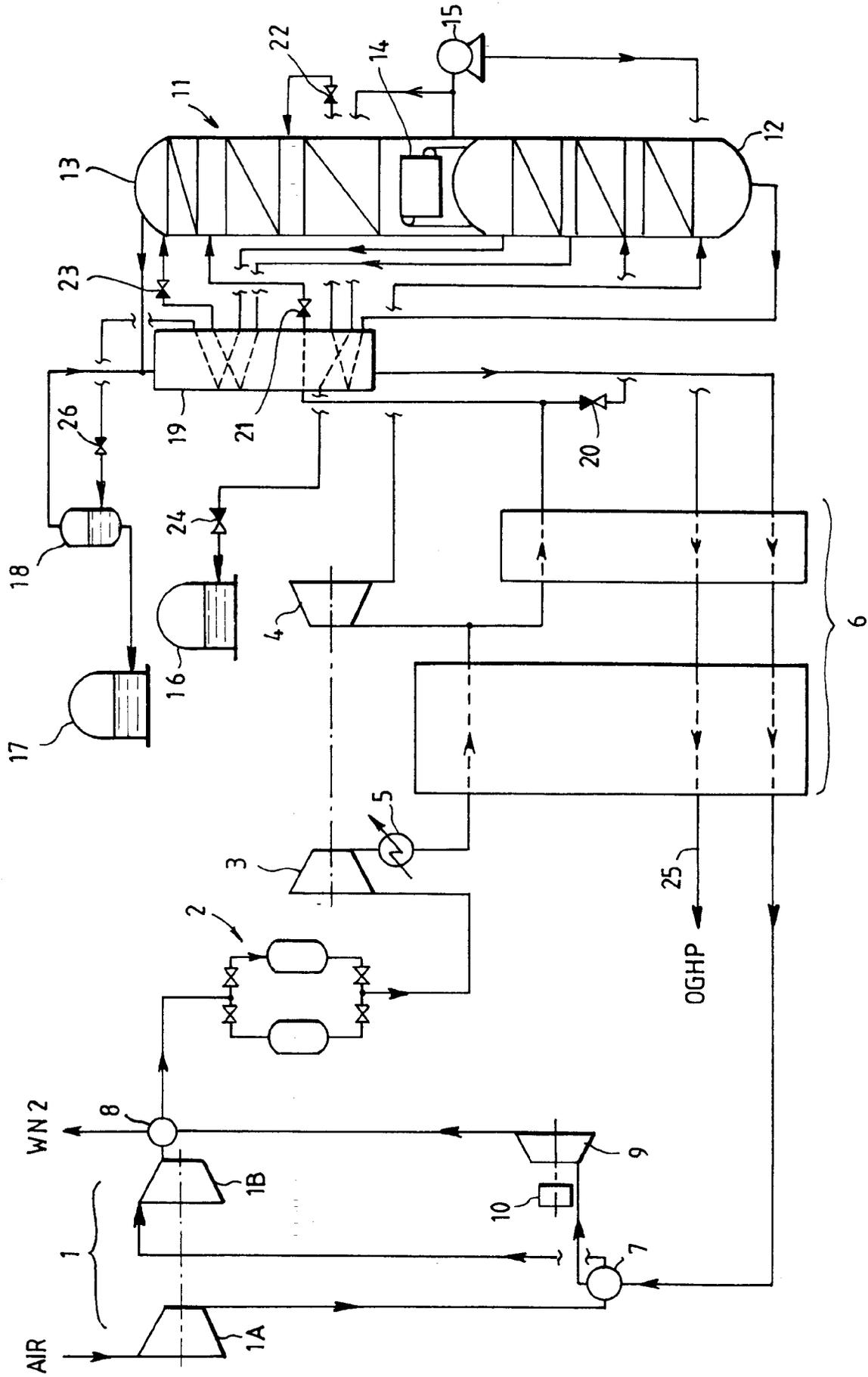
6 - Installation de production d'oxygène gazeux et/ou d'azote gazeux sous pression, du type comprenant une double colonne de distillation (11) comprenant une colonne basse pression (13) fonctionnant sous une pression dite basse pression et produisant en tête un gaz résiduaire, et une colonne moyenne pression (12) fonctionnant sous une pression dite moyenne pression; des moyens de compression (1, 3) pour amener la totalité de l'air à distiller à au moins une haute pression nettement supérieure à la moyenne pression, ces moyens comprenant un compresseur principal (1); des moyens (15) de soutirage de la double colonne et de pompage d'au moins un produit liquide résultant de la distillation; une ligne d'échange thermique (6) mettant en relation d'échange thermique l'air et ledit produit liquide; et une turbine (4) de détente d'une partie de cet air, l'admission de cette turbine étant reliée à un point intermédiaire de la ligne d'échange thermique et son échappement étant relié à la colonne moyenne pression (12), caractérisée en ce qu'elle comprend une seconde turbine de détente (9) dont l'admission est reliée à la sortie de passages de réchauffement du gaz résiduaire de la ligne d'échange thermique (6), au bout chaud de celle-ci.

7. Installation suivant la revendication 6, caractérisée en ce qu'elle comprend un échangeur de chaleur (7) mettant en relation d'échange thermique le gaz circulant entre ladite sortie et la seconde turbine (9) et l'air issu d'un étage intermédiaire (1A) du compresseur principal (1).

8. Installation suivant la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce qu'elle comprend un second échangeur de chaleur (8) mettant en relation d'échange thermique le gaz issu de la seconde turbine (9) et l'air issu du dernier étage (1B) du compresseur principal

(1).

9 - Installation suivant l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisée en ce que la colonne basse pression (13) comporte un tronçon de distillation entre un soutirage inférieur d'oxygène liquide destiné à être stocké et un soutirage d'oxygène liquide relié à l'aspiration de la pompe (15).





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 1838

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Y,D	FR-A-2 674 011 (M.GRENIER) * résumé * * page 4, ligne 31 - page 7, ligne 32 * * figure 1 *	1,6	F25J3/04
Y	EP-A-0 552 747 (PRAXAIR TECHNOLOGY) * résumé * * colonne 4, ligne 40 - colonne 7, ligne 20 * * figure 1 *	1,6	
A	-----	7	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 14 Novembre 1994	Examineur Siem, T
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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</p>			

EPO FORM 1503 03/82 (P0400)