



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt : **94402025.4**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup> : **F25J 3/04**

⑱ Date de dépôt : **12.09.94**

⑳ Priorité : **21.09.93 FR 9311232**

⑦② Inventeur : **Guillard, Alain**  
**11 rue Lauriston**  
**F-75016 Paris (FR)**  
 Inventeur : **Saulnier, Bernard**  
**25 rue René Lège**  
**F-92700 Colombes (FR)**

④③ Date de publication de la demande :  
**22.03.95 Bulletin 95/12**

⑧④ Etats contractants désignés :  
**DE ES FR GB IT**

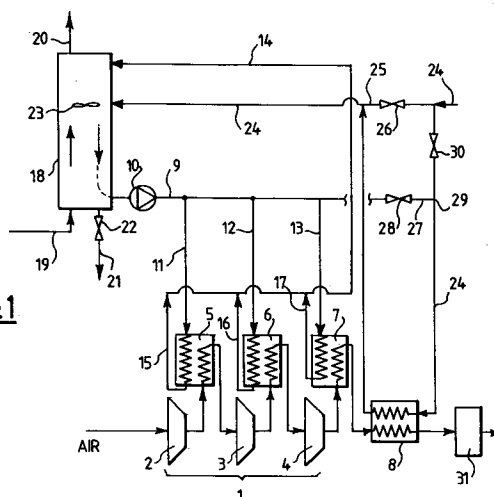
⑦④ Mandataire : **Robson, Fiona Susan et al**  
**L'Air Liquide,**  
**Service Brevets et Marques,**  
**75, quai d'Orsay**  
**F-75321 Paris Cédex 07 (FR)**

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)**

⑤④ **Procédé et ensemble de compression d'un gaz.**

⑤⑦ L'eau de refroidissement de l'appareil de compression (1) est réfrigérée par un appareil (18) de réfrigération à l'air. De l'eau d'appoint plus fraîche que l'eau traitée par cet appareil passe d'abord dans un échangeur de chaleur (8) monté sur la conduite de refoulement de l'appareil de compression, puis alimente l'appareil de réfrigération (18).

Application aux installations de distillation d'air.



**FIG.1**

La présente invention est relative à un procédé de compression d'un gaz, du type dans lequel on alimente en eau d'appoint un appareil de réfrigération à l'air de l'eau de refroidissement d'un appareil de compression d'un gaz. Elle s'applique en particulier aux divers appareils de compression que comportent les installations de distillation d'air.

Dans les installations de distillation d'air, l'air atmosphérique est comprimé vers 6 bars absolus par un compresseur à plusieurs étages. Chaque étage intermédiaire comporte un échangeur de chaleur intermédiaire, dit "réfrigérant inter-étages", et le dernier étage comporte un échangeur de chaleur dit "réfrigérant final". Ces échangeurs sont généralement alimentés par de l'eau qui provient de l'appareil de réfrigération à l'air, lequel traite l'eau de retour des échangeurs.

Du fait de l'évaporation d'une partie de l'eau dans l'appareil de réfrigération et de la nécessité d'effectuer des purges de déconcentration du circuit, on alimente cet appareil avec un débit d'eau d'appoint, qui provient généralement d'une nappe phréatique.

L'eau traitée par l'appareil de réfrigération se trouve à une température variable suivant les saisons, fonction de la température de l'air atmosphérique. En saison chaude au moins, elle ne permet généralement pas d'abaisser la température de l'air issu du dernier étage du compresseur au-dessous de +25 à +30°C. Pour optimiser l'appareil d'épuration par adsorption en réduisant la quantité d'absorbant nécessaire, on monte entre le réfrigérant final et l'appareil d'adsorption un groupe frigorifique, ou un autre appareil auxiliaire de refroidissement, afin d'abaisser la température de l'air comprimé, typiquement au-dessous de +15°C.

Les installations de distillation d'air comportent généralement d'autres appareils de compression, eux aussi refroidis par de l'eau provenant du circuit précité : un surpresseur d'air monté en aval du compresseur principal, généralement couplé à une turbine de détente d'air, et/ou un compresseur d'azote de cycle. Ces appareils de compression refoulent généralement dans des échangeurs de refroidissement cryogénique, et il serait intéressant de prérefroidir de manière plus poussée le gaz qu'ils refoulent, par exemple pour augmenter la production de liquide.

Or, dans ces appareils de compression comme pour le compresseur d'air principal, l'abaissement de la température du gaz comprimé, en saison chaude au moins, au-dessous de 25°C environ, nécessite l'utilisation d'un groupe frigorifique ou d'un autre appareil auxiliaire, dont le coût d'acquisition et de maintenance n'est pas négligeable.

L'invention a pour but de permettre d'abaisser la température du gaz comprimé sans avoir recours à un groupe frigorifique ou autre appareil auxiliaire, et ce de manière particulièrement économique.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de

compression d'un gaz, du type précité, caractérisé en ce que, au moins lorsque l'eau d'appoint est plus froide que l'eau traitée par l'appareil de réfrigération, on met l'eau d'appoint en relation d'échange thermique avec le gaz refoulé par le dernier étage de l'appareil de compression, puis on envoie l'eau d'appoint dans l'appareil de réfrigération.

Ce procédé peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- on met le gaz refoulé par le dernier étage de l'appareil de compression en relation d'échange thermique d'abord avec de l'eau traitée par l'appareil de réfrigération, puis avec l'eau d'appoint;
- on met le gaz refoulé par le dernier étage de l'appareil de compression directement en relation d'échange thermique avec l'eau d'appoint;
- l'appareil de compression est le compresseur d'air principal d'une installation de distillation d'air, l'air refroidi par l'échange thermique avec l'eau d'appoint étant directement envoyé à un appareil d'épuration d'air par adsorption ou à la ligne d'échange thermique principale de cette installation;
- l'appareil de compression est un surpresseur d'air d'une installation de distillation d'air, l'air refroidi par l'échange thermique avec l'eau d'appoint étant envoyé au bout chaud de la ligne d'échange thermique principale de cette installation;
- l'appareil de compression est un compresseur d'azote de cycle d'une installation de distillation d'air, l'azote refroidi par l'échange thermique avec l'eau d'appoint étant envoyé au bout chaud d'un échangeur thermique de liquéfaction d'azote de cette installation;
- on utilise, pour ledit échange thermique, un débit d'eau d'appoint excédentaire par rapport aux besoins de l'appareil de réfrigération, et on compense l'excès d'eau d'appoint par purge de cet appareil et/ou par évacuation d'eau d'appoint en amont de cet appareil.

L'invention a également pour objet un ensemble de compression d'un gaz destiné à la mise en oeuvre d'un tel procédé. Cet ensemble, du type comprenant un appareil de compression associé à un circuit de refroidissement à l'eau comprenant un appareil de réfrigération à l'air de l'eau de retour, et une conduite d'alimentation de l'appareil de réfrigération en eau d'appoint, est caractérisé en ce que la conduite d'alimentation en eau d'appoint passe par un échangeur de chaleur monté sur la conduite de refoulement du dernier étage de l'appareil de compression, avant d'atteindre l'appareil de réfrigération.

Dans un mode de réalisation de cet ensemble de compression, la conduite d'alimentation en eau d'appoint comporte un by-pass sélectif aux bornes dudit échangeur de chaleur, et il est prévu des moyens pour

alimenter sélectivement cet échangeur avec de l'eau traitée par l'appareil de réfrigération.

Des exemples de mise en oeuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard du dessin annexé, sur lequel :

- la Figure 1 représente schématiquement un ensemble de compression d'air conforme à l'invention; et
- la Figure 2 est une vue analogue d'une variante.

On a représenté à la Figure 1 le compresseur principal d'air 1 d'une installation de distillation d'air, qui peut être par ailleurs d'un type classique, par exemple à double colonne de distillation.

Le compresseur 1 comporte trois étages 2 à 4 et est associé à quatre échangeurs de chaleur de type indirect et à contre-courant. Un premier réfrigérant inter-étages 5, un second réfrigérant inter-étages 6, un réfrigérant "final" 7, et un échangeur de chaleur de prérefroidissement 8.

Un circuit de refroidissement à l'eau associé au compresseur 1 comprend : une conduite 9 d'amenée d'eau réfrigérée, équipée d'une pompe de circulation 10 et d'où partent trois dérives 11 à 13 qui aboutissent respectivement au bout froid des échangeurs 5 à 7; une conduite 14 de retour d'eau chaude, à laquelle aboutissent trois conduites 15 à 17 partant respectivement du bout chaud des échangeurs 5 à 7; et une tour de réfrigération 18 alimentée en tête par la conduite 14 et alimentant à sa base la conduite 9.

La tour 18 comporte à sa base une entrée d'air atmosphérique 19 et à son sommet une sortie 20 d'air réchauffé et humidifié. Elle comporte également à sa base une conduite de purge 21 munie d'une vanne 22, et elle est équipée d'un organe 23 de mise en circulation ascendante de l'air réfrigérant.

Le circuit décrit ci-dessus est complété par une conduite 24 d'alimentation en eau d'appoint, reliée, via une pompe ou un château d'eau (non représenté), à une nappe phréatique. Cette conduite traverse d'abord l'échangeur 8, de son bout froid à son bout chaud, puis est reliée à la tour 18. Elle comporte de plus un by-pass 25, muni d'une vanne 26, aux bornes de l'échangeur 8. La conduite 9, après sa dérivation 13, se prolonge par un tronçon 27 équipé d'une vanne 28 et aboutissant à un point 29 de la conduite 24 voisin du bout froid de l'échangeur 8. Une autre vanne 30 est prévue dans la conduite 24 entre le by-pass 25 et le point 29.

En saison chaude, l'air atmosphérique, à +25 à +30°C par exemple, ne permet pas à la tour 18 de réfrigérer l'eau, suivant l'hygrométrie de l'air, au-dessous de +25 à +35°C environ. L'air comprimé sort donc de l'échangeur 7 vers +30 à +40°C.

En revanche, l'eau d'appoint soutirée d'une nappe phréatique est toute l'année à une température relativement stable, par exemple comprise entre +5 et +15°C. En circulant d'abord dans l'échangeur 8, elle

abaisse donc la température de l'air comprimé jusqu'à +10 à +20°C, ce qui est favorable pour sa dessiccation-décarbonation par adsorption et permet, au prix d'un simple échangeur de chaleur 8, d'éviter l'utilisation d'un groupe frigorifique ou autre appareil de prérefroidissement en aval de l'échangeur 7. L'air sortant de l'échangeur 8 est ainsi directement envoyé dans l'appareil 31 d'épuration par adsorption.

L'eau d'appoint ressort de l'échangeur 8 vers +15 à +25°C et alimente ensuite la tour 18, pour compenser l'évaporation d'eau dans celle-ci ainsi que le débit de purge soutiré en 21.

Il est à noter que l'élévation de température de l'eau d'appoint, par rapport à une solution classique dans laquelle elle alimenterait directement la tour 18, a une influence négligeable sur les performances de cette tour, car son débit ne représente que quelques % du débit total d'eau réfrigérée.

En saison froide, l'air atmosphérique peut être suffisamment froid pour que l'eau traitée en 18 soit refroidie au-dessous de +15°C, et plus précisément jusqu'à une température au moins aussi basse que celle de l'eau d'appoint. Dans ce cas, on ferme la vanne 30 et on ouvre les vannes 26 et 28. L'eau d'appoint alimente alors directement la tour 18, et c'est l'eau de circulation issue de cette dernière qui alimente l'échangeur 8.

En variante, on pourrait d'ailleurs se passer du tronçon de conduite 27, puisque, dans un tel cas, l'échangeur 7 fonctionne dans les mêmes conditions que l'échangeur 8.

La variante de la Figure 2 ne diffère de celle de la Figure 1 que par la réunion des échangeurs 7 et 8 en un seul échangeur 7A, alimenté par la conduite 24. Ainsi, en période chaude, l'air comprimé en 4 est directement refroidi par l'eau d'appoint, avant que celle-ci soit envoyée à la tour 18. L'air sortant de l'échangeur 7A est ensuite directement envoyé à l'appareil 31 d'épuration par adsorption, comme précédemment. Bien entendu, en période froide, le by-pass 25 permet, comme expliqué plus haut, d'envoyer directement l'eau d'appoint à la tour 18 et de refroidir l'échangeur 7A au moyen de l'eau circulant dans la conduite 9.

Comme on le comprend, la variante de la Figure 2 nécessite un débit relativement important d'eau d'appoint pour refroidir l'échangeur 7A. Si ce débit est excédentaire par rapport aux besoins de la tour 18, on peut soit augmenter le débit de purge en 21, soit envoyer à l'égout, ou évacuer autrement de l'installation, l'excédant d'eau d'appoint en amont de la tour 18, comme illustré en trait mixte en 32. Cette remarque est également valable pour la variante de la Figure 1.

Le refroidissement d'un gaz comprimé par l'eau d'appoint d'une tour de réfrigération à l'air, sous l'une ou l'autre forme de mise en oeuvre décrite ci-dessus, peut s'appliquer également aux autres appareils de

compression des installations de distillation d'air. En effet, dans le cas d'un surpresseur d'air ou d'un compresseur d'azote de cycle frigorifique, ce mode de refroidissement permet de façon économique d'abaisser de façon substantielle la température du gaz comprimé avant son entrée dans la ligne d'échange thermique cryogénique qui suit. Ceci permet par exemple d'augmenter la production de liquide.

De plus, dans tous les cas, on régularise ainsi la température d'entrée du gaz comprimé dans la ligne d'échange thermique qui suit. Ceci s'applique notamment au cas où, sur la Figure 1, on prévoirait, en supplément de l'échangeur 8 ou d'un autre appareil de prérefrigération monté à la place de cet échangeur, un échangeur de chaleur refroidi par l'eau d'appoint, monté entre la sortie de l'appareil d'épuration 31 et le bout chaud de la ligne d'échange thermique principale de l'installation de distillation d'air.

La tour 18 peut être spécifiquement associée aux compresseurs à refroidir, ou bien elle peut servir en même temps à réfrigérer de l'eau de refroidissement d'autres appareils du site, par exemple d'un four à arc alimenté en oxygène par l'installation de distillation d'air.

## Revendications

1 - Procédé de compression d'un gaz, du type dans lequel on alimente en eau d'appoint un appareil (18) de réfrigération à l'air de l'eau de refroidissement d'un appareil (1) de compression d'un gaz, caractérisé en ce que, au moins lorsque l'eau d'appoint est plus froide que l'eau traitée par l'appareil de réfrigération (18), on met l'eau d'appoint en relation d'échange thermique (en 8; 7A) avec le gaz refoulé par le dernier étage (4) de l'appareil de compression (1), puis on envoie l'eau d'appoint dans l'appareil de réfrigération (18).

2 - Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on met le gaz refoulé par le dernier étage (4) de l'appareil de compression (1) en relation d'échange thermique d'abord (en 7) avec de l'eau traitée par l'appareil de réfrigération (18), puis (en 8) avec l'eau d'appoint.

3 - Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on met le gaz refoulé par le dernier étage (4) de l'appareil de compression (1) directement en relation d'échange thermique (en 7A) avec l'eau d'appoint.

4 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'appareil de compression (1) est le compresseur d'air principal d'une installation de distillation d'air, l'air refroidi par l'échange thermique avec l'eau d'appoint (en 8; 7A) étant directement envoyé à un appareil (31) d'épuration d'air par adsorption ou à la ligne d'échange ther-

mique principale de cette installation.

5 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'appareil de compression est un surpresseur d'air d'une installation de distillation, l'air refroidi par l'échange thermique avec l'eau d'appoint étant envoyé au bout chaud de la ligne d'échange thermique principale de cette installation.

6 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'appareil de compression est un compresseur d'azote de cycle d'une installation de distillation d'air, l'azote refroidi par l'échange thermique avec l'eau d'appoint étant envoyé au bout chaud d'un échangeur thermique de liquéfaction d'azote de cette installation.

7 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'on utilise, pour ledit échange thermique (en 8; 7A), un débit d'eau d'appoint excédentaire par rapport aux besoins de l'appareil de réfrigération (18), et on compense l'excès d'eau d'appoint par purge (en 21) de cet appareil et/ou par évacuation d'eau d'appoint (en 32) en amont de cet appareil.

8 - Ensemble de compression d'un gaz, du type comprenant un appareil de compression (1) associé à un circuit de refroidissement à l'eau comprenant un appareil (18) de réfrigération à l'air de l'eau de retour, et une conduite (24) d'alimentation de l'appareil de réfrigération en eau d'appoint, caractérisée en ce que la conduite (24) d'alimentation en eau d'appoint passe par un échangeur de chaleur (8; 7A) monté sur la conduite de refoulement du dernier étage de l'appareil de compression (1), avant d'atteindre l'appareil de réfrigération (18).

9 - Ensemble suivant la revendication 8, caractérisée en ce qu'elle comprend un pré-échangeur de chaleur (7) alimenté par l'eau traitée par l'appareil de réfrigération (18), monté sur ladite conduite de refoulement entre l'appareil de compression (1) et ledit échangeur de chaleur (8).

10 - Ensemble suivant la revendication 8, caractérisée en ce que ledit échangeur de chaleur (7A) est monté directement au refoulement du dernier étage (4) de l'appareil de compression (1).

11 - Ensemble suivant l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisée en ce que la conduite (24) d'alimentation en eau d'appoint comporte un by-pass sélectif (25) aux bornes dudit échangeur de chaleur (8; 7A), et en ce qu'il est prévu des moyens (27, 28) pour alimenter sélectivement cet échangeur avec de l'eau traitée par l'appareil de réfrigération (18).

12 - Ensemble suivant l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée en ce que l'appareil de compression (1) est le compresseur d'air principal d'une installation de distillation d'air, ledit échangeur de chaleur (8; 7A) étant disposé entre ce compresseur et un appareil (31) d'épuration d'air par adsor-

ption de l'installation ou entre cet appareil et le bout chaud de la ligne d'échange thermique principale de cette installation.

**13** - Ensemble suivant l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée en ce que l'appareil de compression est un surpresseur d'air d'une installation de distillation d'air, ledit échangeur de chaleur étant disposé entre ce surpresseur et le bout chaud de la ligne d'échange principale de l'installation. 5

**14** - Ensemble suivant l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée en ce que l'appareil de compression est un compresseur d'azote de cycle d'une installation de distillation d'air, ledit échangeur de chaleur étant disposé entre ce compresseur d'azote et le bout chaud d'un échangeur thermique de liquéfaction d'azote de cette installation de distillation d'air. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

5





Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 94 40 2025

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)
A	US-A-3 722 226 (AIRCO) * résumé * * colonne 2, ligne 47 - colonne 4, ligne 25 * * figure 1 *	1	F25J3/04
A	US-A-3 851 495 (COMPUTER SCIENCES CORPORATION) * résumé * * figure 2 * * colonne 2, ligne 41 - colonne 4, ligne 16 *		
A	DE-A-25 50 908 (HOCHTEMPERATUR-REAKTORBAU) * revendications 1,2 * * page 5, alinéa 4 - page 7, alinéa 3 * * figure *		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F25J F04D G21D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21 Novembre 1994	Examinateur Siem, T
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 03.92 (P04C02)