



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 132 700 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
12.09.2001 Bulletin 2001/37

(51) Int Cl.⁷: F25J 3/04

(21) Numéro de dépôt: **01400413.9**

(22) Date de dépôt: **16.02.2001**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SF TR**

Etats d'extension désignés:

AI ITIV MK RO SI

(30) Priorité: 07.03.2000 FR 0002924

(71) Demandeur: L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE
75321 Paris Cédex 07 (FR)

(72) Inventeur: **Tranier, Jean-Pierre**
94240 l'Hay-les-Roses (FR)

(74) Mandataire: **Le Moenner, Gabriel et al**
L'Air Liquide S.A.,
DSPI,
Service Brevets et Marques,
75 Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(54) Procédé et installation de séparation d'air par distillation cryogénique

(57) Une installation de séparation d'air produisant de l'oxygène gazeux sous pression comprend au moins une colonne (17) ayant un rebouilleur de cuve (19) et alimentée par un débit d'air. Le rebouilleur de cuve est

chauffé par un gaz enrichi en azote (25) comprimé dans un compresseur froid (21) et de l'oxygène liquide (33) pompé est soutiré en cuve de la colonne, pompé et vaporisé. Les frigories pour le procédé sont produites par détente d'air dans une turbine (15).

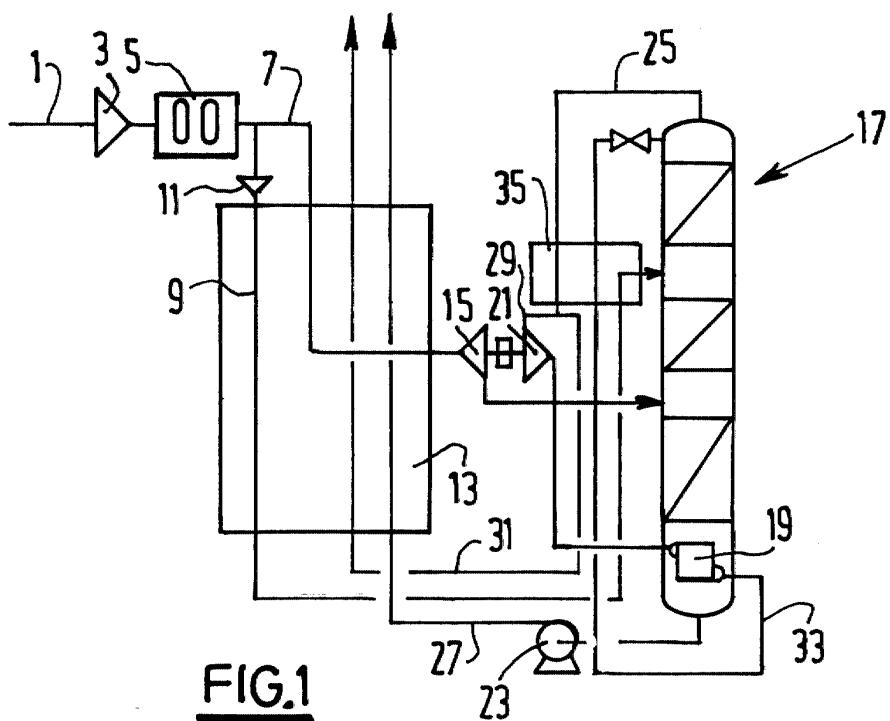


FIG.1

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé et une installation de séparation d'air par distillation cryogénique, et en particulier un procédé de production d'oxygène gazeux sous pression et éventuellement d'azote gazeux utilisant une simple colonne.

[0002] Depuis le début du siècle, la distillation de l'air est pratiquée dans une double colonne comportant une colonne moyenne pression et une colonne basse pression reliées par un échangeur de chaleur.

[0003] Des solutions ont été proposées dans différents brevets pour réduire le nombre de colonnes de deux à une.

[0004] Le brevet US-A- 4947649 décrit une solution où l'on comprime de l'air pour l'introduire au moins partiellement dans une simple colonne. Une telle solution n'est applicable que si l'on veut produire de l'azote à une pression sensible plus haute que la pression atmosphérique, notamment dans le cas d'une intégration avec une turbine à gaz. A l'inverse si la pression de l'air fourni par le compresseur de la turbine à gaz est très élevée, il est peu recommandable d'utiliser ce procédé car la distillation sous haute pression (pression supérieure à 15 bars) est très difficile et pose des problèmes technologiques non négligeables lorsque l'on se rapproche de la pression supercritique de l'azote (33 bar). L'autre inconvénient du cycle décrit dans ce brevet est que l'on produit l'oxygène gazeux à la même pression que l'air envoyé à la simple colonne.

[0005] EP-A-0584420 concerne une simple colonne qui produit de l'oxygène et de l'azote avec condenseur de tête et deux rebouilleurs opérant à entre 5 et 20 bars. Un des rebouilleurs est chauffé avec de l'azote comprimé à température ambiante et ensuite refroidi.

[0006] Le brevet EP-B-0 606 027 décrit aussi un procédé à simple colonne pour produire de l'oxygène et/ou de l'azote sous pression ainsi qu'au moins un produit liquide. Un tel procédé n'est pas intéressant si l'on ne désire pas produire des produits liquides. En effet, la pression d'air est éminemment fonction de la quantité de liquide produite. A production de liquide nulle ou faible, la pression d'air est inférieure à 3 bar abs, ce qui pose des problèmes au niveau de la conception de l'épuration en tête, qui nécessite une quantité énorme d'absorbant, rendant ce procédé non économique. Le brevet US-A-5794458 décrit aussi un procédé de distillation d'air à simple colonne. Le principal reproche que l'on peut faire à un tel schéma est qu'il comporte un compresseur froid comprimant un fluide très riche en oxygène. Par ailleurs, de manière classique, la compression de l'air est réalisée dans un ou plusieurs compresseurs fonctionnant à la température ambiante.

[0007] DE-A-1199293 décrit un procédé de distillation d'air selon le préambule de la revendication 1 dans lequel un débit d'air est séparé dans une simple colonne et un débit d'oxygène liquide est soutiré en cuve de la colonne et vaporisé par échange de chaleur avec un dé-

bit d'azote de cycle comprimé dans un compresseur froid. Une partie de l'azote comprimé dans le compresseur froid à entre 30 et 40 atma sert à rebouillir la simple colonne. Dans ce cas il est nécessaire de réchauffer

5 l'azote pour le comprimer avant de le refroidir et le liquéfier contre l'oxygène qui se vaporise. Ceci est coûteux en énergie et complique la construction des échangeurs.

[0008] Le brevet US-A- 5475980 décrit un procédé à 10 double colonne pour la distillation d'air qui de manière originale propose de comprimer une partie de l'air nécessaire à la distillation dans un compresseur froid. L'inconvénient d'une telle solution est la complexité de la ligne d'échange d'où l'on extrait le fluide froid à comprimer avant de l'y réintroduire.

[0009] Dans les procédés de distillation d'air selon l'invention utilisant une simple colonne, un compresseur froid comprime un fluide dont la teneur en oxygène ne dépasse pas 30 % molaires. Un autre avantage d'un tel

20 schéma est qu'il est meilleur en énergie que le schéma décrit dans le brevet US 5794458 car la turbine de l'invention étant sur un fluide entrant dans la boîte froide et non un fluide sortant de la boîte froide, la quantité de chaleur échangée dans l'échangeur principal est nettement inférieure d'où des irréversibilités moindres. Un autre aspect de l'invention est de produire de l'oxygène

25 à une pression supérieure à la pression de la simple colonne en comprimant un liquide riche en oxygène (soit par pompe, soit par hauteur hydrostatique) à une pression supérieure à celle de la simple colonne et en le vaporisant soit par échange de chaleur indirect dans un échangeur principal ou un vaporiseur extérieur, soit par contact direct dans une colonne de mélange. Enfin, la coproduction de produits liquides en plus des produits 30 gazeux n'est pas nécessaire pour rendre ce procédé attractif même si elle est possible.

[0010] La température ambiante est définie par la température à l'aspiration du compresseur d'air principal d'alimentation de l'unité de séparation.

[0011] Selon l'invention, il est prévu un procédé de séparation de l'air par distillation cryogénique comprenant les étapes de :

- 45 comprimer de l'air, l'épurer et en envoyer au moins une partie à une première (la) colonne ;
- séparer à température cryogénique de l'air dans la colonne ;
- 50 comprimer au moins une partie d'une fraction contenant au plus 30 % molaires d'oxygène extraite de la colonne dans un compresseur dont la température d'aspiration est inférieure à la température ambiante ;
- 55 refroidir au moins partiellement ladite fraction comprimée et la condenser en vaporisant un fluide interne ou extrait de la première colonne, et éventuel-

- lement après l'avoir enrichie en azote ; et,
- extraire une fraction liquide riche en oxygène de la première colonne, la pressuriser à une pression supérieure à celle de la colonne et la vaporiser par échange de chaleur direct ou indirect avec une partie de l'air d'alimentation pour former un produit gazeux sous pression riche en oxygène.
- [0012]** Selon d'autres aspects de l'invention :
- on soutire un produit gazeux riche en azote en tête de la première (la) colonne ;
 - on comprime une fraction contenant au plus 30 % molaires d'oxygène extraite de la colonne dans un compresseur dont la température d'aspiration est inférieure à la température ambiante à une pression inférieure à 30 bar ab ;
 - la pression de la première (la) colonne est entre 1,3 et 20 bar abs, de préférence entre 3 et 10 bar abs;
 - la fraction comprimée contient au plus 19% molaires d'oxygène et au moins 81% molaires d'azote, de préférence au moins 90% molaires d'azote ;
 - au moins une partie de l'air est détendue dans une turbine avant de l'envoyer à la première (la) colonne ;
 - la production de travail par la détente d'au moins une partie de l'air sert au moins partiellement à comprimer la fraction contenant au plus 30 % d'oxygène en un ou plusieurs étage(s) de compression ;
 - au moins une partie de l'air est comprimée à une haute pression, condensée et envoyée à la première (la) colonne ;
 - une partie non-détendue de l'air est condensée en vaporisant un fluide interne ou extrait de la première colonne (Fig. 2) ;
 - la vaporisation de la fraction liquide riche en oxygène s'effectue par contact direct dans une colonne auxiliaire dite de mélange (Fig. 3);
 - une colonne auxiliaire destinée à la production d'argon est alimentée à partir de la première colonne (Fig. 4) ;
 - on distille dans une colonne auxiliaire un liquide enrichi en oxygène extrait de la simple colonne pour produire une fraction plus riche en oxygène et une fraction appauvrie en oxygène réintroduites dans la première colonne (Fig. 5) ;
- 5 - au moins une partie de l'air destiné à une colonne de l'appareil vient du compresseur d'une turbine à gaz et/ou un gaz enrichi en azote provenant de la première (la) colonne est renvoyé au système de la turbine à gaz ;
- 10 - la pression d'entrée de la turbine à gaz est supérieure à 15 bar abs ;
- 15 - la pureté de l'oxygène gazeux produit est au moins 80% molaires, de préférence au moins 90% molaires ;
- 20 - la température d'aspiration du compresseur froid est inférieure à -100 °C ou de préférence inférieure à -150 °C ;
- 25 - on produit ou on ne produit pas de liquide comme produit final ;
- 30 - la fraction comprimée se condense au moins partiellement dans le rebouilleur de cuve de la première (la) colonne ;
- [0013]** Selon un autre aspect de l'invention, il est prévu une installation de séparation d'air par distillation dans au moins une première colonne, cette colonne ayant un rebouilleur de cuve comprenant des moyens pour envoyer de l'air comprimé et épuré à la colonne, un compresseur pour comprimer un gaz contenant au plus 30% molaires d'oxygène provenant de la colonne 35 ayant une température d'entrée au plus 5°C plus chaude d'une température de la colonne, éventuellement des moyens pour enrichir le gaz comprimé en azote en amont du rebouilleur, des moyens pour envoyer le gaz comprimé au rebouilleur de cuve, des moyens pour renvoyer le gaz comprimé au moins partiellement condensé dans le rebouilleur de cuve à la colonne, des moyens pour soutirer un liquide enrichi en oxygène en cuve de la première colonne, des moyens pour le pressuriser et des moyens pour vaporiser le liquide pressurisé par 40 échange de chaleur pour former un produit gazeux sous pression riche en oxygène caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour vaporiser le liquide pressurisé par échange de chaleur direct ou indirect et si l'échange est indirect l'échange de chaleur se fait avec de l'air destiné à la première colonne.
- 45 **[0014]** Selon d'autres aspects inventifs :
- l'appareil comprend une turbine alimentée par de

- l'air et la sortie de la turbine est reliée à la première colonne;
- le liquide pressurisé se vaporise dans une colonne de mélange ;
 - l'appareil comprend une colonne de production d'argon alimentée à partir de la première colonne ayant un rebouilleur de cuve ;
 - la colonne ayant un rebouilleur de cuve a au moins un condenseur intermédiaire ;
 - la colonne ayant un rebouilleur de cuve n'a pas de condenseur de tête
 - il y a une deuxième colonne reliée thermiquement avec la première colonne, éventuellement comprenant des moyens pour envoyer le gaz de tête de la deuxième colonne au rebouilleur de cuve (19).
 - il y a des moyens pour envoyer le gaz comprimé dans le compresseur (21) en cuve de la deuxième colonne.
- [0015]** L'invention sera maintenant décrite en se référant aux figures 1 à 6 qui sont des représentations schématiques d'installations selon l'invention.
- [0016]** Dans la figure 1, l'air 1 est comprimé dans le compresseur 3, épuré en 5 et divisé en deux. La fraction 7 est partiellement refroidie dans l'échangeur 13 et envoyée à une turbine 15 dans laquelle elle se détend avant d'être envoyée à la première colonne 17. Le reste de l'air 9 (environ 35%) est surpressé dans le surpresseur 11 et traverse ensuite l'échangeur 13 où il se condense avant d'être envoyé à la colonne, après une étape de sous-refroidissement dans l'échangeur 35, quelques plateaux au-dessus du point d'injection de l'air de la turbine 15. La colonne opère à une pression d'entre 1.2 et 1.3 bar abs, ce procédé pouvant être utilisé jusqu'à des pressions de 20 bar abs, de préférence inférieures à 10 bar abs .
- [0017]** De l'oxygène 27 est soutiré en cuve de la colonne, pressurisé par la pompe 23 et envoyé à l'échangeur 13 où il se vaporise.
- [0018]** De l'azote 25 de la tête de la colonne se réchauffe dans le sous-refroidisseur 35 avant d'être divisé en deux. Une partie 31 est envoyée à l'échangeur 13 où il se réchauffe. Le reste 29 est envoyé au compresseur 21 avec une température d'entrée de -182 °C où il est comprimé à 4.9 bar avant d'être envoyé au rebouilleur de cuve 19 de la première colonne 17. Là il se condense et est renvoyé en tête de la colonne pour servir de reflux 33. La turbine 15 est couplée au compresseur froid 21.
- [0019]** Dans la figure 2 on retrouve les mêmes débits 7,25,27,31 mais seule une partie du débit 7 est envoyée à la turbine 15.Une partie 12 du débit 7 non-surpressé traverse entièrement l'échangeur et est envoyé à un re-
- bouilleur intermédiaire 39 de la colonne 17. L'air ainsi condensé est envoyé à la colonne avec l'air 9.
- [0020]** De l'oxygène 27 est soutiré en cuve de la colonne, pressurisé par la pompe 23 et envoyé à l'échangeur 13 où il se vaporise.
- [0021]** De même on peut envisager d'envoyer l'azote de cycle au condenseur intermédiaire 39 et l'air 12 au rebouilleur de cuve 19 en ajustant les pressions. On pourrait imaginer avoir un booster froid 21 avec plusieurs étages en série, chacun alimentant un vaporiseur intermédiaire ou de cuve. D'une manière générale, le booster froid 21 peut avoir plusieurs étages en série entraîné chacun par une turbine ou combinés par exemple par l'intermédiaire d'un multiplicateur à une seule turbine.
- [0022]** De l'azote 25 de la tête de la colonne se réchauffe dans le sous-refroidisseur 21 avant d'être divisé en deux. Une partie 31 est envoyée à l'échangeur 13 où il se réchauffe. Le reste 29 est envoyé au compresseur 21 avec une température d'entrée de -182 °C où il est comprimé à 4.9 bar avant d'être envoyé au rebouilleur de cuve 19 de la première colonne 17 (la pression pourrait être de 4 bar si l'azote est envoyé au rebouilleur intermédiaire). Là il se condense et est renvoyé en tête de la colonne pour servir de reflux. La turbine 15 est couplé au compresseur froid 21.
- [0023]** La figure 3 montre le cas où l'oxygène de cuve pressurisé de la colonne se vaporise par échange de chaleur direct dans une colonne de mélange.
- [0024]** L'air 1 est comprimé dans le compresseur 3, épuré en 5 et divisé en deux. La fraction 7 est partiellement refroidie dans l'échangeur 13 et envoyée à une turbine 15 dans laquelle elle se détend avant d'être envoyée à la première colonne 17. Le reste de l'air 9 (environ 25%) est surpressé dans le surpresseur 11 et traverse ensuite l'échangeur 13. La première colonne 17 opère à une pression d'entre 3 et 20 bar.
- [0025]** Le débit d'air 9 ne se liquéfie pas dans l'échangeur mais est envoyé sous forme gazeuse en cuve de la colonne de mélange. Ainsi la colonne de mélange opère à une pression plus élevée que la première colonne 17. On peut envisager de faire fonctionner les deux colonnes à la même pression ou de faire fonctionner la colonne de mélange à la pression la plus basse.
- [0026]** De l'azote 25 de la tête de la colonne se réchauffe dans le sous-refroidisseur 21 avant d'être divisé en deux. Une partie 31 est envoyée à l'échangeur 13 où il se réchauffe. Le reste 29 est envoyé au compresseur 21 avec une température d'entrée de -182 °C où il est comprimé à 4.9 bar avant d'être envoyé au rebouilleur de cuve 19 de la colonne 17. Là il se condense et est renvoyé en tête de la colonne pour servir de reflux. La

turbine 15 est couplé au compresseur froid 21.

[0027] Ici un échangeur 49 réchauffe l'oxygène pompé envoyé en tête de la colonne de mélange 47. Le débit liquide intermédiaire de la colonne de mélange est envoyé à la colonne 17 et l'oxygène impur 48 soutiré en tête de celle-là est envoyé à l'échangeur 13.

[0028] La version de la figure 4 illustre le cas où un débit enrichi en argon de la colonne 17 alimente une colonne de mixture 57 ayant un condenseur de tête 51 refroidi par un liquide intermédiaire de la première colonne 17. Un fluide enrichi en argon est soutiré en tête de la colonne de mixture 57.

[0029] De l'azote 25 de la tête de la colonne se réchauffe dans le sous-refroidisseur 21 avant d'être divisé en deux. Une partie 31 est envoyé à l'échangeur 13 où il se réchauffe. Le reste 29 est envoyé au compresseur 21 avec une température d'entrée de -182 °C où il est comprimé à 4.9 bar avant d'être envoyé au rebouilleur de cuve 19 de la première colonne 17. Là il se condense et est renvoyé en tête de la colonne pour servir de reflux. La turbine 15 est couplé au compresseur froid 21.

[0030] De l'oxygène 27 est soutiré en cuve de la colonne, pressurisé par la pompe 23 et envoyé à l'échangeur 13 où il se vaporise.

[0031] La figure 5 montre une colonne Etienne 67 alimentée en cuve par un débit liquide soutiré quelques plateaux en dessous du point d'injection de l'air 9 et au même niveau que l'air insufflé 7. Ce liquide est pressurisé par la pompe 63 avant d'être envoyé à la colonne Etienne. Le liquide formé en tête de la colonne Etienne 67 est envoyé en tête de la première colonne 17.

[0032] La colonne Etienne opérant à 2.5 bar a un condenseur de tête 61 refroidi par une partie du liquide de cuve 65 de la même colonne, le reste du liquide étant envoyé à la colonne 17 en dessous du point d'injection de l'air insufflé 7.

[0033] Le liquide détendu se vaporise dans le condenseur 61 avant d'être envoyé quelques plateaux au-dessus du condenseur 19 de la colonne 17.

[0034] De l'azote 25 de la tête de la colonne se réchauffe dans le sous-refroidisseur 21 avant d'être divisé en deux. Une partie 31 est envoyé à l'échangeur 13 où il se réchauffe. Le reste 29 est envoyé au compresseur 21 avec une température d'entrée de -182°C où il est comprimé à 4.9 bar avant d'être envoyé au rebouilleurs 19,69 des colonnes 17,67 respectivement. Dans chaque rebouilleur il se condense et est renvoyé en tête de la colonne 17 pour servir de reflux. La turbine 15 est couplé au compresseur froid 21.

[0035] De l'oxygène 27 est soutiré en cuve de la colonne, pressurisé par la pompe 23 et envoyé à l'échangeur 13 où il se vaporise.

[0036] A la figure 6, un débit d'air 7 est détendu dans une turbine 15 et envoyé au milieu de la première colonne 19 opérant entre 1,5 et 20 bar. Un gaz 25 de la première colonne est réchauffé dans le sous refroidisseur 35, comprimé dans le compresseur froid 21 et envoyé comme seule alimentation en cuve d'une deuxiè-

me colonne 77, opérant à une pression plus élevée que la première colonne. La tête de la deuxième colonne 77 est reliée avec la cuve de la première colonne 17 au moyen d'un rebouilleur 19. Un débit d'azote liquide 78 est soutiré en tête de la deuxième colonne. Le débit d'air 9 est surpressé et sert à vaporiser l'oxygène liquide.

[0037] Ainsi le gaz comprimé dans le compresseur froid 21 s'enrichit en azote avant d'être envoyé au rebouilleur 19. D'autres moyens d'enrichissement, telle qu'une membrane peuvent être prévus.

[0038] Le liquide de cuve de la deuxième colonne est détendu et envoyé à la première colonne au niveau de soutirage du gaz 25 à comprimer dans le compresseur froid 21. Un gaz 31 plus riche en azote que le gaz 25 est soutiré de l'appareil.

Revendications

- 20 1. Procédé de séparation de l'air par distillation cryogénique dans un appareil comprenant au moins une colonne (17,47,57,77) comprenant les étapes de :
 - comprimer de l'air, l'épurer et en envoyer au moins une partie (7,9) à une première (la) colonne (17);
 - séparer à température cryogénique de l'air dans la colonne ;
 - comprimer au moins une partie d'une fraction (25) contenant au plus 30 % molaires d'oxygène extraite de la colonne dans un compresseur (21) dont la température d'aspiration est inférieure à la température ambiante ;
 - refroidir au moins partiellement ladite fraction comprimée et la condenser en vaporisant un fluide interne ou extrait de la première colonne ; et éventuellement après l'avoir enrichie en azote, et,
 - extraire une fraction liquide (33) riche en oxygène de la première colonne, la pressuriser à une pression supérieure à celle de la colonne (17) et la vaporiser par échange de chaleur direct ou indirect avec une partie de l'air (7,9) d'alimentation pour former un produit gazeux sous pression riche en oxygène.
- 25 2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel la fraction comprimée (25) contient au plus 19% molaires d'oxygène et au moins 81% molaires d'azote.
- 30 3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 dans lequel au moins une partie (7) de l'air est détendue dans une turbine (15) avant de l'envoyer à la première (la) colonne.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

4. Procédé selon la revendication 3 dans lequel la production de travail par la détente d'au moins une partie de l'air sert au moins partiellement à comprimer la fraction contenant au plus 30 % d'oxygène en un ou plusieurs étage de compression.
5. Procédé selon la revendication 1,2 ,3 ou 4 dans lequel au moins une partie de l'air (9) est comprimée à une haute pression, condensée et envoyée à la première (la) colonne.
6. Procédé selon la revendication 5 dans lequel une partie non-détendue de l'air est condensée en vaporisant un fluide interne ou extrait de la première colonne (Fig. 1,2).
7. Procédé selon la revendication 1 à 6 dans lequel la vaporisation de la fraction liquide riche en oxygène s'effectue par contact direct dans une colonne auxiliaire dite de mélange (47)(Fig. 3).
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7 dans lequel une colonne auxiliaire (57) destinée à la production d'argon est alimentée à partir de la première colonne. (Fig. 4).
9. Procédé selon l'une des revendications 1à 8 dans lequel on distille dans une colonne auxiliaire un liquide enrichi en oxygène extrait de la simple colonne pour produire une fraction plus riche en oxygène et une fraction appauvrie en oxygène réintroduites dans la première colonne (Fig. 5).
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9 dans lequel au moins une partie de l'air destiné à une colonne de l'appareil vient du compresseur d'une turbine à gaz et/ou un gaz enrichi en azote provenant de la première (la) colonne est renvoyé au système de la turbine à gaz.
11. Procédé selon la revendication 10 dans lequel la pression d'entrée de la turbine à gaz est supérieure à 15 bar abs.
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11 dans lequel la température d'aspiration du compresseur froid (21) est inférieure à -100 °C.
13. Procédé selon la revendication 12 dans lequel la température d'aspiration du compresseur froid (21) est inférieure à -150 °C.
14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13 dans lequel on produit ou on ne produit pas de liquide (78) comme produit final.
15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 14 dans lequel la fraction comprimée se condense au moins partiellement dans le rebouilleur de cuve (19) de la première (la) colonne.
16. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la fraction comprimée s'enrichit en azote dans une deuxième colonne de distillation (77) reliée thermiquement avec la première colonne (Fig 6).
17. Installation de séparation d'air par distillation dans au moins une première colonne (17) ayant un rebouilleur de cuve (19) comprenant des moyens (7) pour envoyer de l'air comprimé et épuré à la première (la) colonne, un compresseur (21) pour comprimer un gaz (25) contenant au plus 30% molaires d'oxygène provenant de la colonne ayant une température d'entrée au plus 5°C plus chaude d'une température de la première (la) colonne, des moyens pour envoyer le gaz comprimé au rebouilleur de cuve, des moyens (33) pour renvoyer le gaz comprimé au moins partiellement condensé dans le rebouilleur de cuve (19) à la colonne, éventuellement des moyens pour enrichir le gaz comprimé en azote en amont du rebouilleur, des moyens (27) pour soutirer un liquide enrichi en oxygène en cuve de la colonne, des moyens (23) pour le pressuriser et des moyens (13,47) pour vaporiser le liquide pressurisé par échange de chaleur direct ou indirect **caractérisé en ce qu'elle comprend** des moyens pour vaporiser le liquide pressurisé par échange de chaleur direct ou indirect et si l'échange est indirect l'échange de chaleur se fait avec de l'air (9) destiné à la première colonne.
18. Installation selon la revendication 17 comprenant une turbine de détente d'air (15) et dans laquelle la sortie de la turbine est reliée à la première (la) colonne.
19. Installation selon une des revendications 17 et 18 dans laquelle le liquide pressurisé se vaporise dans une colonne de mélange (47).
20. Installation selon une des revendications 17 à 19 comprenant une colonne de production d'argon (57) alimentée à partir de la colonne (17) ayant un rebouilleur de cuve (19).
21. Installation selon une des revendications 17 à 20 dans laquelle la colonne (17) ayant un rebouilleur de cuve (19) a au moins un condenseur intermédiaire (39).
22. Installation selon une des revendications 17 à 21 dans laquelle la colonne (17) ayant un rebouilleur de cuve (19) n'a pas de condenseur de tête.
23. Installation selon l'une des revendications 17 à 22,

comprenant une deuxième colonne (77) reliée thermiquement avec la première colonne, éventuellement comprenant des moyens pour envoyer le gaz de tête de la deuxième colonne au rebouilleur de cuve (19) (Fig 6).
5

24. Installation selon la revendication 23 comprenant des moyens pour envoyer le gaz comprimé dans le compresseur (21) en cuve de la deuxième colonne (77).

10

15

20

25

30

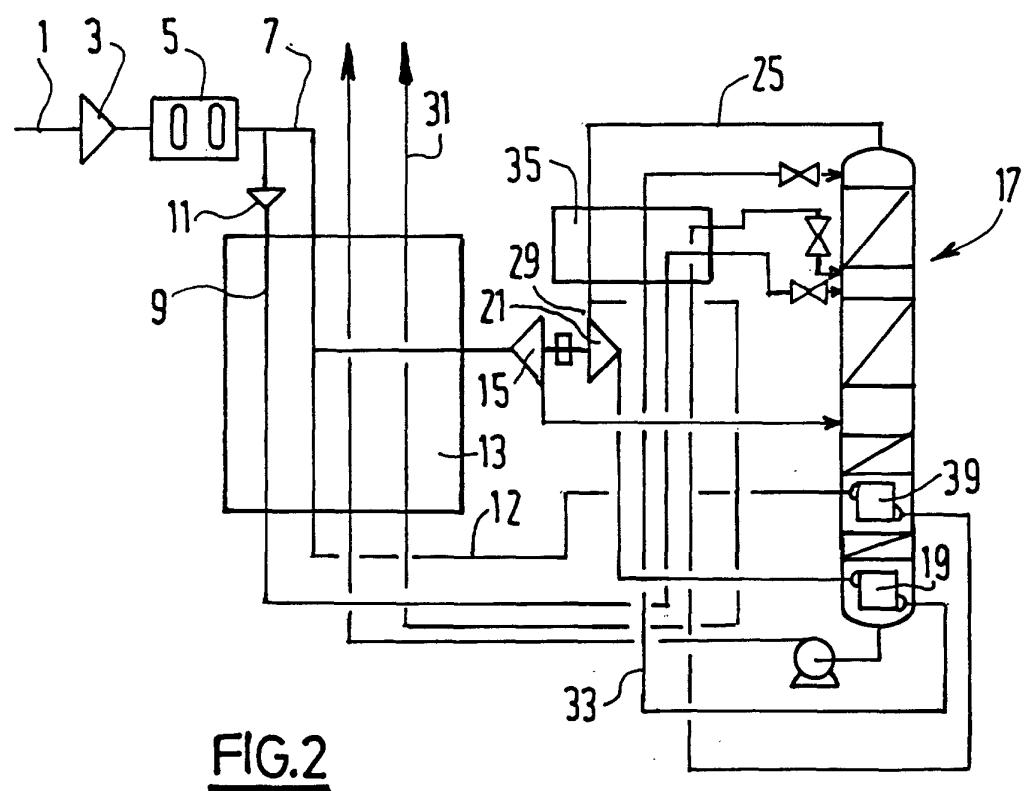
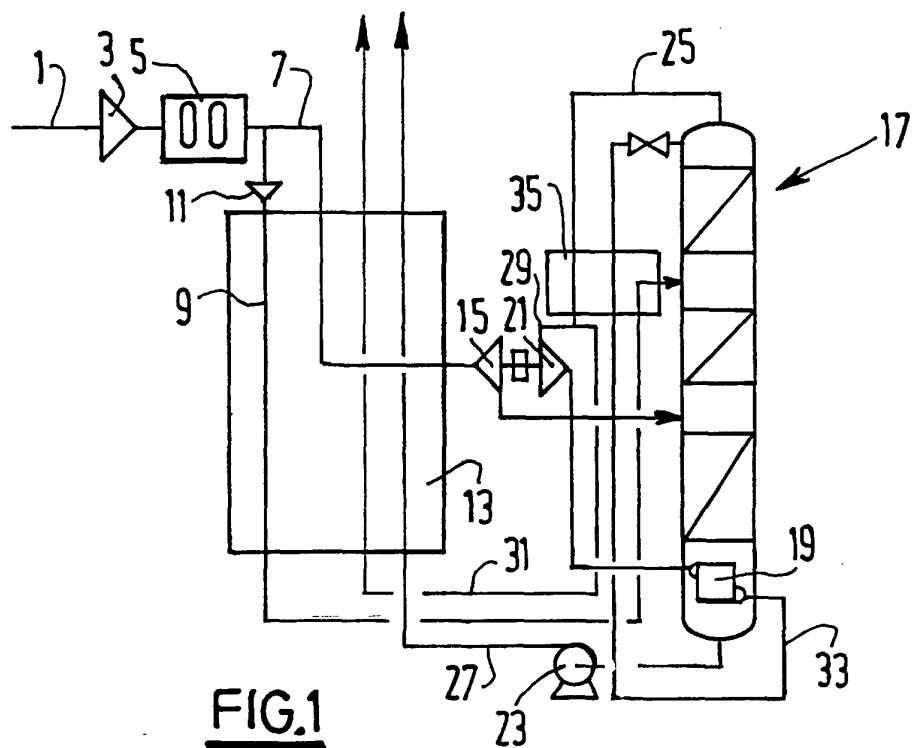
35

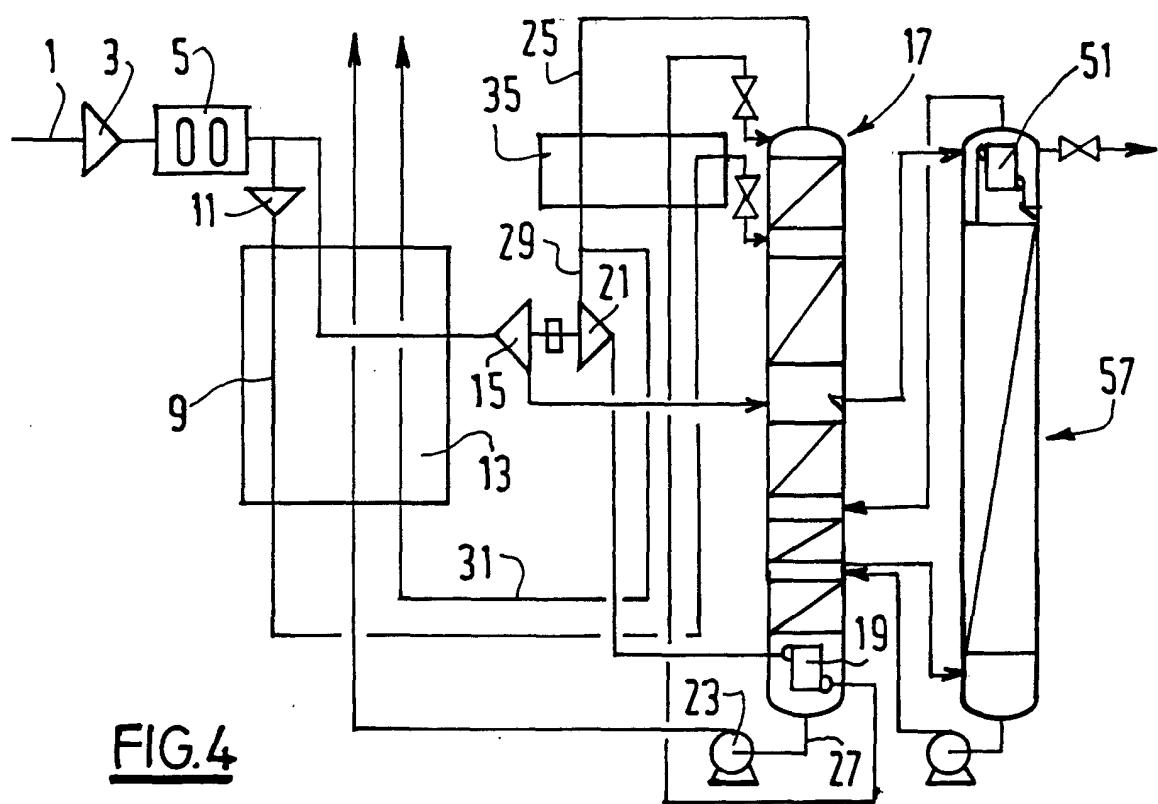
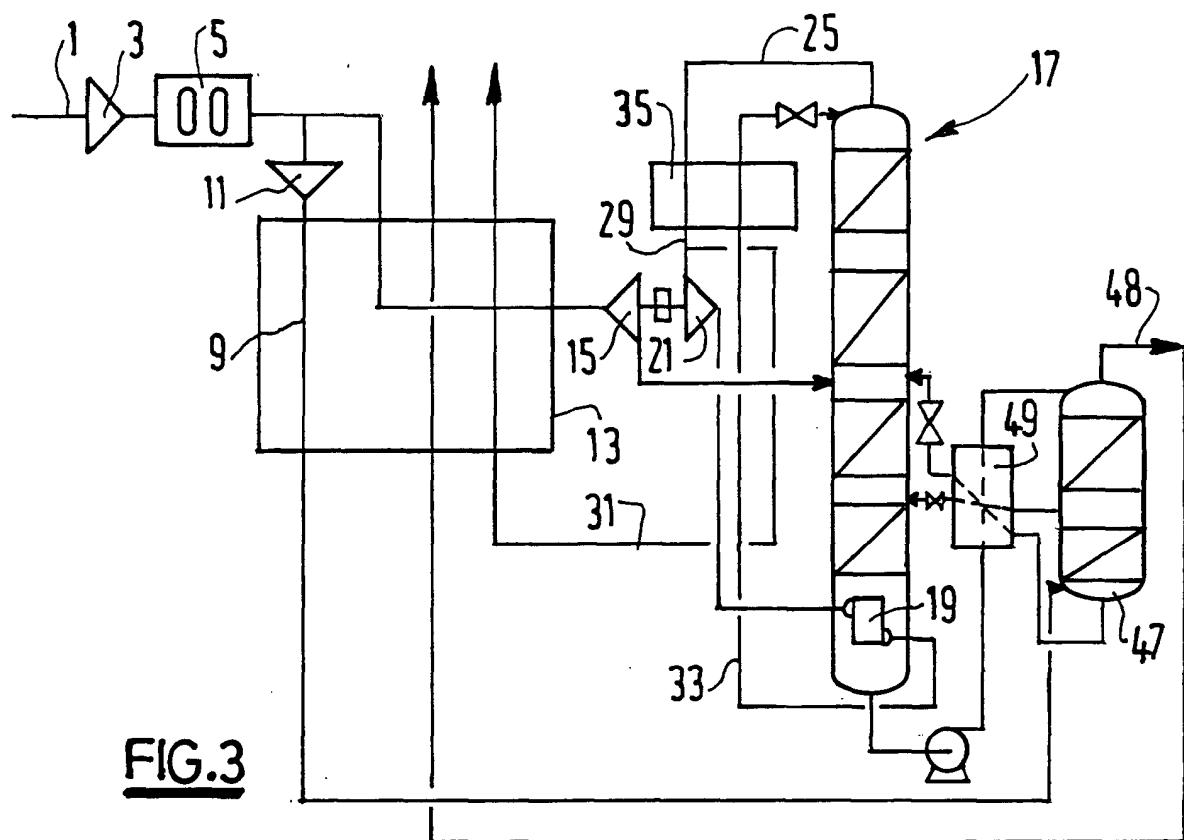
40

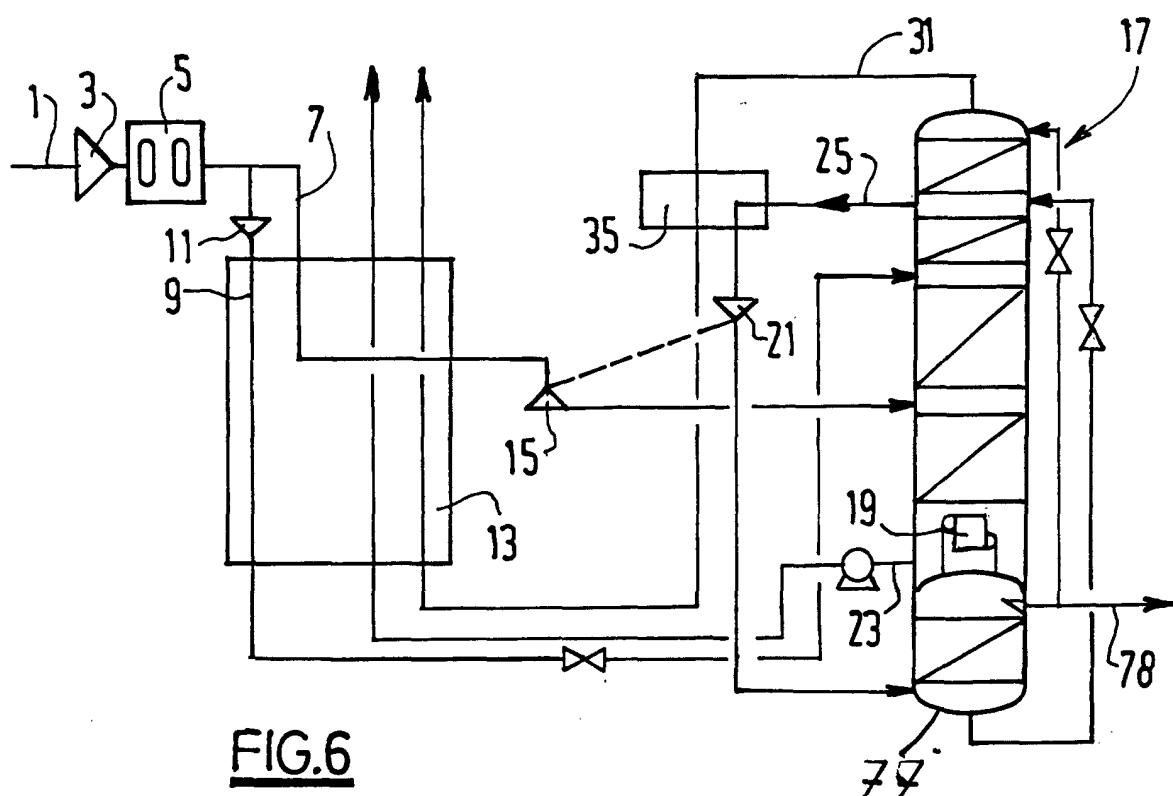
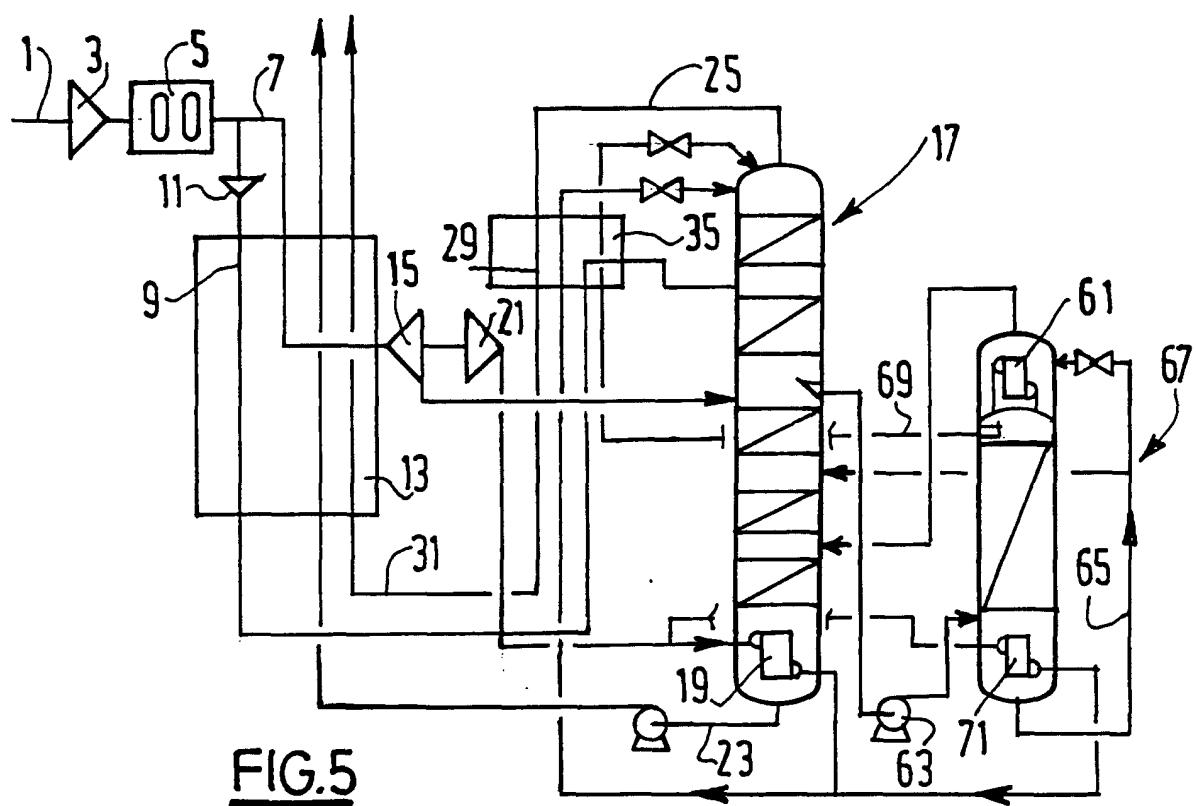
45

50

55









Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 0413

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	EP 0 589 646 A (AIR PROD & CHEM) 30 mars 1994 (1994-03-30) * page 4, ligne 27 - ligne 32; figure 4 * * page 7, ligne 35 - ligne 42; tableau 3 *	1,2, 12-14	F25J3/04
A	---	17	
A	EP 0 810 412 A (TEISAN KK) 3 décembre 1997 (1997-12-03) * colonne 7, ligne 21 - ligne 57; figure 1 * * colonne 8, ligne 40 - ligne 42 *	1-24	
A	US 5 596 885 A (GRENIER MAURICE) 28 janvier 1997 (1997-01-28) * colonne 4, ligne 60 - ligne 62; figure 2 * * colonne 5, ligne 10 - ligne 14 * * colonne 6, ligne 23 - ligne 38 *	1-24	
A	US 3 392 536 A (SMITH DONALD L) 16 juillet 1968 (1968-07-16) * colonne 4, ligne 45 - ligne 56; figure 1 *	1-24	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
D,A	DE 11 99 293 B (GESELLSCHAFT FÜR LINDE'S EISMASCHINEN AG) 26 août 1965 (1965-08-26) * colonne 3, ligne 60 - colonne 4, ligne 23; figure 1 *	1-24	F25J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	12 juin 2001	Bertin, S	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention		
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date		
A : arrière-plan technologique	D : cité dans la demande		
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons		
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant		

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 0413

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

12-06-2001

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0589646	A	30-03-1994	US	5351492 A	04-10-1994
			CA	2106350 A,C	24-03-1994
			DE	69302064 D	09-05-1996
			DE	69302064 T	02-10-1996
			ES	2085725 T	01-06-1996
			JP	6207775 A	26-07-1994
			JP	8020178 B	04-03-1996
			KR	9704728 B	02-04-1997
EP 0810412	A	03-12-1997	JP	2875206 B	31-03-1999
			JP	9318245 A	12-12-1997
			US	5806340 A	15-09-1998
			CN	1170861 A	21-01-1998
US 5596885	A	28-01-1997	FR	2721383 A	22-12-1995
			CA	2152010 A	21-12-1995
			CN	1120652 A	17-04-1996
			DE	69511013 D	02-09-1999
			DE	69511013 T	20-01-2000
			EP	0689019 A	27-12-1995
			ES	2136259 T	16-11-1999
			JP	8175806 A	09-07-1996
			ZA	9505051 A	15-02-1996
US 3392536	A	16-07-1968	AUCUN		
DE 1199293	B		AUCUN		

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82