



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
13.06.2001 Bulletin 2001/24

(51) Int Cl.7: **F25J 3/04**

(21) Numéro de dépôt: **00403354.4**

(22) Date de dépôt: **30.11.2000**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Brugerolle, Jean Renaud
75016 Paris (FR)**

(30) Priorité: **02.12.1999 FR 9915208**

(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)**

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

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

(57) Dans un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique, le gaz de tête d'une colonne de mélange (11) est envoyé aux passages de chauffage d'un vaporiseur de cuve (7) de la colonne basse pression (5) d'une double colonne (1) alimentée par de l'air à distiller.

Ceci augmente la production d'oxygène en cuve de la colonne basse pression.

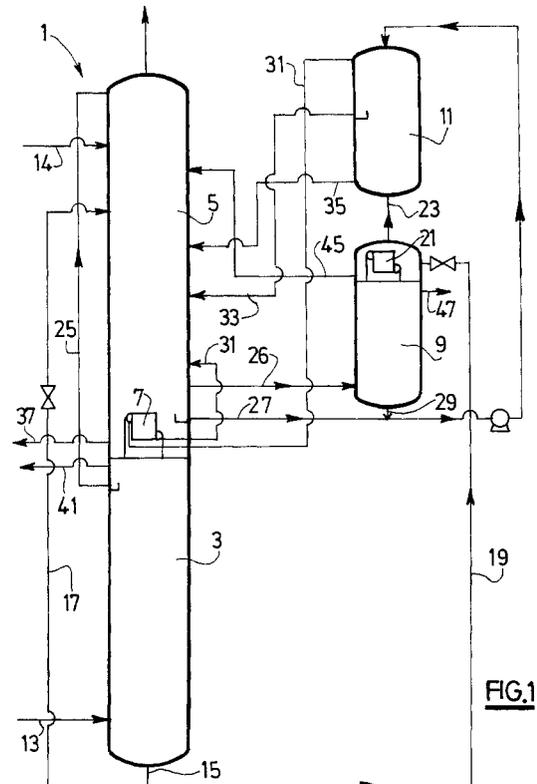


FIG.1

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé et installation de séparation d'air par distillation cryogénique. En particulier, elle concerne un procédé de production d'oxygène pur utilisant une colonne de mélange et éventuellement de production d'argon utilisant une colonne d'argon

[0002] Dans EP-A-0229803 la colonne de mélange est alimentée en cuve par du liquide riche vaporisé provenant du condenseur de tête de la colonne d'argon.

[0003] EP-A-0269342 concerne le cas dans lequel la colonne d'argon est reliée thermiquement avec une colonne de mélange de sorte que le gaz de tête de la colonne d'argon chauffe la colonne de mélange.

[0004] US-A-5551258 décrit un procédé dans lequel une colonne de mélange est alimentée en tête par un liquide contenant 55 % vol. d'oxygène, le gaz de tête de la colonne de mélange servant ensuite à chauffer le condenseur de cuve de la colonne basse pression.

[0005] Un but de la présente invention est d'augmenter la quantité d'oxygène gazeux pur (contenant plus que 99,5% molaires d'oxygène) qui peut être produit par une double colonne de séparation d'air.

[0006] Selon un objet de l'invention, il est prévu une installation de séparation d'air pour produire un fluide riche en oxygène par distillation cryogénique comprenant ;

- une double colonne comprenant au moins une colonne moyenne pression et une colonne basse pression comprenant un vaporiseur pour vaporiser le liquide de cuve de la colonne basse pression,
- une colonne de mélange,
- des moyens pour envoyer de l'air refroidi et comprimé à la colonne moyenne pression,
- des moyens pour envoyer un liquide enrichi en oxygène de la colonne moyenne pression à un point d'injection de la colonne basse pression et un liquide enrichi en azote de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression,
- des moyens pour envoyer du gaz à la cuve de la colonne de mélange,
- des moyens pour envoyer un deuxième liquide enrichi en oxygène de la colonne basse pression à la tête de la colonne de mélange, ce deuxième liquide étant moins volatil que le gaz alimentant la cuve de la colonne de mélange,
- des moyens pour soutirer un fluide riche en oxygène de la colonne basse pression
- des moyens pour envoyer au moins une partie d'un gaz, éventuellement le gaz de tête, de la colonne de mélange à des passages de chauffage du vaporiseur

caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens pour soutirer le deuxième liquide de la colonne basse pression à un niveau au moins 5 plateaux théoriques en

dessous du point d'injection de la colonne basse pression, éventuellement au moins 10 plateaux théoriques en dessous du point d'injection de la colonne basse pression, et/ou à un niveau d'environ d'un tiers de plateaux théoriques de la colonne basse pression au-dessus de la cuve de la colonne basse pression.

[0007] L'installation peut comprendre une colonne d'argon ou tout simplement un vaporiseur de liquide de cuve de la colonne moyenne pression par échange de chaleur avec un gaz de la colonne basse pression.

[0008] De préférence, elle comprend des moyens pour soutirer le deuxième liquide à un niveau entre le cuve de la colonne et le niveau de soutirage de l'alimentation de la colonne argon ou le niveau de soutirage du gaz basse pression utilisé pour vaporiser le liquide de cuve de la colonne moyenne pression.

[0009] Dans ce cas, la colonne de mélange peut être alimentée en cuve par n'importe quel gaz plus volatil que l'oxygène liquide envoyé en tête de colonne.

[0010] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu une installation de séparation d'air pour produire un fluide riche en oxygène et éventuellement de l'argon par distillation cryogénique comprenant ;

- une double colonne comprenant une colonne moyenne pression et une colonne basse pression comprenant un vaporiseur pour vaporiser le liquide de cuve de la colonne basse pression,
- un condenseur, éventuellement prévu en tête d'une colonne argon de tête,
- une colonne de mélange,
- des moyens pour envoyer de l'air refroidi et comprimé à la colonne moyenne pression,
- des moyens pour envoyer un premier liquide enrichi en oxygène de la colonne moyenne pression au condenseur,
- des moyens pour soutirer un gaz enrichi en argon à un premier niveau de la colonne basse pression et des moyens pour l'envoyer au condenseur, éventuellement après être enrichi en argon,
- des moyens pour envoyer un liquide enrichi en oxygène de la colonne moyenne pression à un ou plusieurs points d'injection de la colonne basse pression, directement et/ou indirectement et un liquide enrichi en azote de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression,
- des moyens pour vaporiser du liquide enrichi en oxygène dans le condenseur de tête et d'en envoyer au moins une partie de la vapeur ou de l'air à la cuve de la colonne de mélange,
- des moyens pour envoyer un deuxième liquide enrichi en oxygène de la colonne basse pression à la tête de la colonne de mélange, ce deuxième liquide étant moins volatil que le gaz alimentant la cuve de la colonne de mélange
- éventuellement des moyens pour soutirer un fluide enrichi en argon en tête de la colonne argon,
- des moyens pour soutirer un fluide riche en oxygène-

- ne de la colonne basse pression et
- des moyens pour envoyer au moins une partie d'un gaz, éventuellement le gaz de tête, de la colonne de mélange à des passages de chauffage du vaporiseur.

[0011] Selon d'autres aspects facultatifs :

- l'installation comprend des moyens pour soutirer le deuxième liquide de la colonne basse pression à un niveau au moins 5 plateaux théoriques en dessous du point d'injection de la colonne basse pression (ou du point d'injection le plus bas), éventuellement au moins 10 plateaux théoriques en dessous du point d'injection de la colonne basse pression (ou du point d'injection le plus bas) et/ou à un niveau d'environ d'un tiers de plateaux théoriques de la colonne basse pression au-dessus de la cuve de la colonne basse pression.
- le gaz de tête de la colonne de mélange se condense au moins partiellement dans le vaporiseur et le condensat est envoyé à un niveau de la colonne basse pression, éventuellement au-dessus du premier niveau.
- il y a des moyens pour envoyer le liquide de cuve de la colonne argon en tête de la colonne de mélange.
- il y a des moyens pour envoyer un liquide de cuve et un liquide intermédiaire de la colonne de mélange à la double colonne.
- il y a au moins 80 plateaux théoriques, de préférence au moins 90, dans la colonne basse pression.
- il y a des moyens pour envoyer de l'air ou un gaz de la colonne moyenne pression à d'autres passages de chauffage du vaporiseur.
- l'appareil comprend une turbine d'insufflation pour envoyer de l'air à la colonne basse pression ou à la colonne de mélange.
- l'appareil comprend des moyens pour soutirer de l'azote gazeux de la colonne moyenne pression.

[0012] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'air par distillation cryogénique pour produire de l'oxygène avec une double colonne comprenant une colonne moyenne pression

et une colonne basse pression comprenant un vaporiseur pour vaporiser le liquide de cuve de la colonne basse pression,

comprenant les étapes de :

- envoyer de l'air refroidi et comprimé à la colonne moyenne pression,
- envoyer un liquide enrichi en oxygène et un liquide enrichi en azote de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression,
- envoyer du gaz à la cuve de la colonne de mélange,
- envoyer un deuxième liquide enrichi en oxygène de la colonne basse pression à la tête de la colonne

de mélange, ce deuxième liquide étant moins volatil que le gaz alimentant la cuve de la colonne de mélange,

- soutirer un fluide riche en oxygène de la colonne basse pression
- envoyer au moins une partie d'un gaz, éventuellement le gaz de tête, de la colonne de mélange à des passages de chauffage du vaporiseur

caractérisé en ce que le deuxième liquide contient moins de 5 % mol. d'azote et/ou le gaz envoyé de la colonne de mélange aux passages de chauffage contient moins de 15 % mol. d'azote.

[0013] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'air par distillation cryogénique pour produire de l'oxygène et éventuellement de l'argon avec une double colonne comprenant

- une colonne moyenne pression
- une colonne basse pression comprenant un vaporiseur pour vaporiser le liquide de cuve de la colonne basse pression,
- un condenseur éventuellement en tête d'une colonne d'argon
- et une colonne de mélange,

comprenant les étapes de :

- envoyer de l'air refroidi et comprimé à la colonne moyenne pression,
- envoyer un premier liquide enrichi en oxygène de la colonne moyenne pression au condenseur de tête,
- soutirer un gaz enrichi en argon à un premier niveau de la colonne basse pression et l'envoyer au condenseur ou à la colonne d'argon,
- envoyer un liquide enrichi en oxygène et un liquide enrichi en azote de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression,
- vaporiser au moins partiellement du liquide enrichi en oxygène du condenseur de tête et envoyer au moins une partie de la vapeur ou de l'air à la cuve de la colonne de mélange,
- envoyer un deuxième liquide enrichi en oxygène de la colonne basse pression à la tête de la colonne de mélange, ce deuxième liquide étant moins volatil que le gaz alimentant la cuve de la colonne de mélange
- éventuellement soutirer un fluide enrichi en argon en tête de la colonne argon,
- soutirer un fluide riche en oxygène de la colonne basse pression et
- envoyer au moins une partie d'un gaz, éventuellement le gaz de tête, de la colonne de mélange à des passages de chauffage du vaporiseur.

[0014] Selon d'autres aspects facultatifs :

- le deuxième liquide contient moins de 5 % mol. d'azote et/ou le gaz envoyé de la colonne de mélange aux passages de chauffage contient moins de 15 % mol. d'azote.
- le gaz de tête de la colonne de mélange se condense au moins partiellement dans le vaporiseur et le condensat est envoyé à un niveau de la colonne basse pression, éventuellement au-dessus du premier niveau.
- on envoie le liquide de cuve de la colonne argon en tête de la colonne de mélange.
- on envoie un liquide de cuve et un liquide intermédiaire de la colonne de mélange à la double colonne.
- un gaz de la colonne moyenne pression ou de l'air se condense au moins partiellement dans d'autres passages de chauffage du vaporiseur.
- le gaz de tête de la colonne de mélange comprend 3 à 5% mol. d'azote.
- le gaz de tête de la colonne de mélange comprend au moins 93%mol., éventuellement au moins 95% mol. d'oxygène.
- le liquide envoyé en tête de la colonne de mélange contient au moins 98% mol. d'oxygène.
- la colonne de mélange fonctionne à une pression entre 0,5 et 1 bar au dessus de la pression de la colonne basse pression.

[0015] Il sera compris que le gaz de tête de la colonne de mélange peut être soutiré au sommet de la colonne de mélange ou au plus cinq plateaux théoriques en dessous du sommet de la colonne de mélange.

[0016] L'invention sera maintenant décrite en plus de détail en se référant aux figures qui illustre schématiquement des installations selon l'invention.

[0017] L'installation de la Figure 1 comprend une double colonne 1 comprenant une colonne moyenne pression 3 et une colonne basse pression 5 reliées entre elles par un vaporiseur 7.

[0018] Le vaporiseur comprend des passages de vaporisation de liquide et deux séries indépendantes de passages de chauffage pour deux gaz de chauffage différents.

[0019] La colonne basse pression opère à entre 1,4 et 2,7 bar et la colonne moyenne pression opère à entre 5 et 8 bar.

[0020] La colonne argon 9 est alimentée à partir d'un premier niveau de la colonne basse pression 5. Il y a également une colonne de mélange 11 qui opère à une pression entre 1,9 bar et 3,7 bar.

[0021] Un débit d'air 13 est envoyé à la colonne 3 et un débit d'air insufflé 14 est envoyé à la colonne 5.

[0022] Un débit de liquide 15 contenant 40% mol. d'oxygène est soutiré de la cuve de la colonne moyenne pression 3 : une partie 17 de ce liquide alimente la colonne basse pression 5 après détente dans une vanne et une partie 19 du liquide est détendu à entre 1,7 et 2,2 bar absolus dans une vanne et envoyé au condenseur

de tête 21 de la colonne argon 9 où il se vaporise au moins partiellement. Le liquide vaporisé 23 est envoyé en cuve de la colonne de mélange.

[0023] L'azote de tête de la colonne moyenne pression se condense au moins partiellement dans le vaporiseur de cuve 7 et le condensat est envoyé à la colonne moyenne pression et/ou la colonne basse pression.

[0024] Un débit gazeux 41 contenant au moins 80% molaires d'azote est soutiré en tête de la colonne moyenne pression comme produit et constitue 10 à 15% de l'air d'alimentation.

[0025] Un débit de liquide 25 enrichi en azote et contenant moins de 2% molaires d'oxygène est envoyé de la colonne moyenne pression à la tête de la colonne basse pression.

[0026] Un débit liquide 27 contenant moins de 5% molaires d'azote est soutiré en cuve de la colonne basse pression 5 en dessous du point de soutirage du gaz 26 destiné à la colonne argon 9. de préférence, le deuxième liquide est soutiré de la colonne basse pression à un niveau au moins 5 plateaux théoriques en dessous du point d'injection de la colonne basse pression (ou du point d'injection le plus bas), éventuellement au moins 10 plateaux théoriques en dessous du point d'injection de la colonne basse pression (ou du point d'injection le plus bas) et/ou à un niveau d'environ d'un tiers de plateaux théoriques de la colonne basse pression au-dessus de la cuve de la colonne basse pression.

[0027] Ce liquide est envoyé après pompage à entre 1,9 et 3,7 bar en tête de la colonne de mélange 11. De préférence ce débit 27 est mélangé avec le liquide de cuve 29 de la colonne argon avant d'être pressurisé et envoyé à la colonne de mélange.

[0028] Un débit gazeux 31 contenant au plus 5% molaires d'azote est envoyé de la tête de la colonne de mélange au vaporiseur 7 où il est condensé dans des passages séparés de ceux dans lesquels se condensent l'azote de la colonne moyenne pression afin d'augmenter le reflux en cuve de colonne basse pression. Eventuellement au lieu de cet azote on peut y condenser de l'air ou un autre fluide moins volatil que l'azote moyenne pression, à condition de condenser celui-ci dans un autre condenseur du système, normalement au-dessus du vaporiseur. Une partie du débit 31 peut servir de produit enrichi en oxygène.

[0029] Ensuite le liquide contenant 5% mol. d'azote est envoyé à la colonne basse pression à un niveau au-dessus du point de soutirage du débit 26.

[0030] Un liquide intermédiaire 33 de la colonne de mélange contenant 80% mol. d'oxygène est envoyé à la colonne basse pression 5.

[0031] Le liquide de cuve 35 de la colonne de mélange contenant 65% mol. d'oxygène est envoyé à la colonne basse pression 5.

[0032] Un débit 37 contenant au-delà de 99,5 % mol. d'oxygène est soutiré dans la cuve de la colonne basse pression 5 soit sous forme gazeuse soit sous forme liquide.

[0033] Ainsi on peut voir que la colonne basse pression est alimentée allant de haut en bas par du liquide pauvre 25 contenant moins de 1% mol.d"oxygène, de l'air d'insufflation 14, le liquide riche non-vaporisé 45 du condenseur de tête de la colonne argon, le liquide riche 17, le liquide de la cuve de la colonne de mélange 35, le liquide intermédiaire de la colonne de mélange 33 et le mélange recondensé 31 du vaporiseur 7.

[0034] Afin d'améliorer encore le schéma, plusieurs liquides intermédiaires de la colonne de mélange pourraient être envoyés à la colonne basse pression.

[0035] La colonne basse pression contient au moins 80 plateaux théoriques et de préférence au moins 90 plateaux théoriques.

[0036] L'installation de la Figure 2 diffère de celle de la Figure 1 en ce que la colonne de mélange est alimentée en cuve exclusivement par un débit d'air provenant éventuellement d'une turbine ou un surpresseur (non-illustrés). La vapeur de condenseur 21 de la colonne argon est envoyée à la colonne basse pression juste en dessous du point d'injection du liquide riche 45.

[0037] On pourrait envisager de combiner les concepts des Figures 1 et 2 et alimenter la colonne de mélange en air et en liquide riche vaporisé en même temps.

[0038] Evidemment dans le cas de la Figure 2, la colonne argon peut être supprimée entièrement ou bien peut être réduite à un simple vaporiseur de liquide riche chauffé par un gaz de la colonne basse pression (ce qui revient à une colonne d'argon sans plateaux théoriques de distillation).

[0039] Au besoin la colonne argon et/ou la colonne basse pression peuvent être construites en deux sections de la manière décrite en EP-A-0628777.

[0040] Le deuxième liquide 27 est soutiré de la colonne basse pression à un niveau au moins 5 plateaux théoriques en dessous du point d'injection du liquide riche 45 de la colonne basse pression, éventuellement au moins 10 plateaux théoriques en dessous du point d'injection de la colonne basse pression, et/ou à un niveau d'environ d'un tiers de plateaux théoriques de la colonne basse pression au-dessus de la cuve de la colonne basse pression.

[0041] Le deuxième liquide 27 est soutiré, de préférence, à un niveau entre la cuve de la colonne basse pression 5 et le niveau de soutirage de l'alimentation 26 de la colonne argon 9, dans le cas où il y a une colonne argon.

[0042] De même les colonnes moyenne pression et basse pression peuvent être construites côte à côte.

[0043] Ces diverses alimentations étagées permettent d'obtenir une distillation basse pression quasi-parfaite. Ceci permet d'augmenter la production d'oxygène en maintenant ou même en augmentant la production d'argon lorsque l'on soutire plus de 10 à 15% de l'air comme azote moyenne pression ou on envoie 10 à 15% de l'air comme air d'insufflation.

[0044] Les frigories nécessaires à l'appareil peuvent être fournies par au moins une turbine d'insufflation et/

ou au moins une turbine Claude et/ou au moins une turbine d'azote. L'appareil peut produire des liquides et/ou des gaz.

Revendications

1. Installation de séparation d'air pour produire un fluide riche en oxygène par distillation cryogénique comprenant :

- une double colonne (1) comprenant au moins une colonne moyenne pression (3) et une colonne basse pression (5) comprenant un vaporiseur (7) pour vaporiser le liquide de cuve de la colonne basse pression,
- une colonne de mélange (11),
- des moyens (13) pour envoyer de l'air refroidi et comprimé au moins à la colonne moyenne pression,
- des moyens (19,25) pour envoyer un liquide enrichi en oxygène de la colonne moyenne pression à un point d'injection de la colonne basse pression et un liquide enrichi en azote de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression,
- des moyens (23,43) pour envoyer du gaz à la cuve de la colonne de mélange,
- des moyens (27) pour envoyer un deuxième liquide enrichi en oxygène de la colonne basse pression à la tête de la colonne de mélange, ce deuxième liquide étant moins volatil que le gaz alimentant la cuve de la colonne de mélange,
- des moyens (37) pour soutirer un fluide riche en oxygène de la colonne basse pression

des moyens (31) pour envoyer au moins une partie d'un gaz, éventuellement le gaz de tête, de la colonne de mélange à des passages de chauffage du vaporiseur (7)

caractérisée en ce que le deuxième liquide (27) est soutiré de la colonne basse pression à un niveau au moins 5 plateaux théoriques en dessous du point d'injection de la colonne basse pression, éventuellement au moins 10 plateaux théoriques en dessous du point d'injection de la colonne basse pression, et/ou à un niveau d'environ d'un tiers de plateaux théoriques de la colonne basse pression au-dessus de la cuve de la colonne basse pression.

2. Installation selon la revendication 1 comprenant des moyens (21) pour vaporiser au moins une partie d'un liquide (19) provenant de la colonne moyenne pression (3) et des moyens pour envoyer au moins une partie du liquide vaporisé à la cuve de la colonne de mélange (11).

3. Installation selon la revendication 2 dans laquelle

les moyens (21) pour vaporiser au moins une partie d'un liquide (19) provenant de la colonne moyenne pression (3) sont constitués par le condenseur de tête (21) d'une colonne argon (9).

4. Installation selon la revendication 2 dans laquelle les moyens (21) pour vaporiser au moins une partie d'un liquide (19) provenant de la colonne moyenne pression (3) sont constitués par le condenseur chauffé par un gaz de la colonne basse pression (5).

5. Installation de séparation d'air pour produire un fluide riche en oxygène et éventuellement de l'argon par distillation cryogénique comprenant :

- une double colonne (1) comprenant une colonne moyenne pression (3) et une colonne basse pression (5) comprenant un vaporiseur (7) pour vaporiser le liquide de cuve de la colonne basse pression,
- avec un condenseur (21), éventuellement prévu en tête (21) d'une colonne d'argon (9)
- une colonne de mélange (11),
- des moyens (13) pour envoyer de l'air refroidi et comprimé à la colonne moyenne pression,
- des moyens (19) pour envoyer un premier liquide enrichi en oxygène de la colonne moyenne pression au condenseur,
- des moyens (26) pour soutirer un gaz enrichi en argon à un premier niveau de la colonne basse pression et des moyens pour l'envoyer au condenseur, éventuellement après enrichissement dans la colonne argon,
- des moyens (17,25) pour envoyer un liquide enrichi en oxygène et un liquide enrichi en azote de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression,
- des moyens pour vaporiser au moins partiellement du liquide enrichi en oxygène dans le condenseur et des moyens (23,43) pour envoyer au moins une partie de la vapeur et/ou de l'air à la cuve de la colonne de mélange,
- des moyens pour envoyer un deuxième liquide (27) enrichi en oxygène de la colonne basse pression à la tête de la colonne de mélange, ce deuxième liquide étant moins volatil que le gaz alimentant la cuve de la colonne de mélange
- éventuellement des moyens (47) pour soutirer un fluide enrichi en argon en tête de la colonne argon,
- des moyens (37) pour soutirer un fluide riche en oxygène de la colonne basse pression

des moyens (31) pour envoyer au moins une partie d'un gaz, éventuellement le gaz de tête, de la colonne de mélange à des passages de chauffage du vaporiseur

6. Installation selon l'une des revendications 3,4 ou 5 comprenant des moyens pour soutirer le deuxième liquide à un niveau en dessous le point de soutirage du gaz chauffant le condenseur ou du gaz (26) alimentant la colonne argon.

7. Installation selon la revendication 5 dans laquelle le deuxième liquide est soutiré à un niveau entre la cuve de la colonne basse pression (5) et le premier niveau.

8. Installation selon la revendication 3,5,6 ou 7 dans laquelle le gaz de tête de la colonne de mélange (11) se condense au moins partiellement dans le vaporiseur (7) et au moins une partie du condensat est envoyé à un niveau au-dessus du premier niveau.

9. Installation selon la revendication 3,5,6,7 ou 8 comprenant des moyens pour envoyer au moins une partie du liquide de cuve de la colonne argon (9) en tête de la colonne de mélange (11).

10. Installation selon l'une des revendications précédentes comprenant des moyens pour envoyer un liquide de cuve et/ou un liquide intermédiaire de la colonne de mélange (11) à la double colonne (1).

11. Installation selon l'une des revendications précédentes comprenant au moins 80 plateaux théoriques, de préférence au moins 90, dans la colonne basse pression.

12. Installation selon l'une des revendications précédentes comprenant des moyens pour envoyer de l'air ou un gaz contenant plus d'azote que l'air de la colonne moyenne pression à d'autres passages de chauffage du vaporiseur (7).

13. Procédé de séparation d'air par distillation cryogénique pour produire de l'oxygène avec une double colonne (1) comprenant :

- une colonne moyenne pression (3)
- une colonne basse pression (5) comprenant un vaporiseur (7) pour vaporiser le liquide de cuve de la colonne basse pression,

comprenant les étapes de :

- envoyer de l'air refroidi et comprimé à la colonne moyenne pression,
- envoyer un liquide enrichi en oxygène et un liquide enrichi en azote de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression,
- envoyer du gaz à la cuve de la colonne de mélange,
- envoyer un deuxième liquide enrichi en oxygène-

ne de la colonne basse pression à la tête de la colonne de mélange, ce deuxième liquide étant moins volatil que le gaz alimentant la cuve de la colonne de mélange,

- soutirer un fluide riche en oxygène de la colonne basse pression 5
- envoyer au moins une partie d'un gaz, éventuellement le gaz de tête, de la colonne de mélange à des passages de chauffage du vaporiseur 10

caractérisé en ce que le deuxième liquide contient moins de 5 % mol. d'azote et/ou le gaz envoyé de la colonne de mélange aux passages de chauffage contient moins de 15 % mol. d'azote. 15

14. Procédé selon la revendication 13 dans lequel le gaz (23) envoyé en cuve de la colonne de mélange est un liquide vaporisé enrichi en oxygène, soutiré sous forme liquide (19) de la colonne moyenne pression et ensuite vaporisé. 20

15. Procédé selon la revendication 14 dans lequel le liquide est vaporisé dans un condenseur de tête (21) d'une colonne argon (9). 25

16. Procédé selon la revendication 14 dans lequel le liquide est vaporisé dans un condenseur chauffé par un gaz provenant de la colonne basse pression (5). 30

17. Procédé de séparation d'air par distillation cryogénique pour produire de l'oxygène et éventuellement de l'argon avec une double colonne (1) comprenant

- une colonne moyenne pression (3)
- une colonne basse pression (5) comprenant un vaporiseur (7) pour vaporiser le liquide de cuve de la colonne basse pression,
- un condenseur (21) éventuellement en tête d'une colonne d'argon (9) et une colonne de mélange (11), 40

comprenant les étapes de :

- envoyer de l'air refroidi et comprimé à la colonne moyenne pression,
- envoyer un premier liquide enrichi en oxygène de la colonne moyenne pression au condenseur, 45
- soutirer un gaz enrichi en argon à un premier niveau de la colonne basse pression et l'envoyer au condenseur, éventuellement après enrichissement dans la colonne argon,
- envoyer un liquide enrichi en oxygène et un liquide enrichi en azote de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression,
- vaporiser au moins partiellement du liquide en-

richi en oxygène dans le condenseur et envoyer au moins une partie de la vapeur et/ou de l'air à la cuve de la colonne de mélange,

- envoyer un deuxième liquide enrichi en oxygène de la colonne basse pression à la tête de la colonne de mélange, ce deuxième liquide étant moins volatil que le gaz alimentant la cuve de la colonne de mélange
- soutirer un fluide enrichi en argon en tête de la colonne argon,
- soutirer un fluide riche en oxygène de la colonne basse pression
- envoyer au moins une partie d'un gaz, éventuellement le gaz de tête, de la colonne de mélange à des passages de chauffage du vaporiseur (7). 5

18. Procédé selon la revendication 17 dans lequel le deuxième liquide contient moins de 5 % mol. d'azote et/ou le gaz envoyé de la colonne de mélange aux passages de chauffage contient moins de 15 % mol. d'azote.

19. Procédé selon l'une des revendications 13 à 18 dans lequel le gaz de tête de la colonne de mélange (11) se condense au moins partiellement dans le vaporiseur (7) et le condensat est éventuellement envoyé à un niveau au-dessus du premier niveau.

20. Procédé selon la revendication 15, 17 ou 18 comprenant l'étape d'envoyer le liquide de cuve de la colonne argon (9) en tête de la colonne de mélange (11). 35

21. Procédé selon l'une des revendications 13 à 20 comprenant l'étape d'envoyer un liquide de cuve et/ou un liquide intermédiaire de la colonne de mélange (11) à la double colonne (1).

22. Procédé selon l'une des revendications 13 à 21 dans lequel un gaz de la colonne moyenne pression ou de l'air se condense au moins partiellement dans d'autres passages de chauffage du vaporiseur. 40

23. Procédé selon l'une des revendications 13 à 22 dans lequel le gaz de tête de la colonne de mélange (11) comprend 0,1 à 5 % mol. d'azote, de préférence entre 1 et 3 % mol. d'azote. 45

24. Procédé selon l'une des revendications 13 à 23 dans lequel le gaz de tête de la colonne de mélange (11) comprend au moins 93 %, mol. éventuellement au moins 95% mol. d'oxygène. 50

25. Procédé selon l'une des revendications 13 à 24 dans lequel le liquide envoyé en tête de la colonne de mélange (11) contient au moins 99% mol. d'oxygène. 55

26. Procédé selon l'une des revendications 13 à 25 dans lequel on envoie de l'air à une turbine d'insufflation qui envoie de l'air à la colonne basse pression ou à la colonne de mélange (11).

5

27. Procédé selon l'une des revendications 13 à 26 dans lequel on soutire du gaz en tête de la colonne moyenne pression comme produit.

28. Procédé selon l'une des revendications 13 à 27 dans lequel le gaz envoyé à la cuve de la colonne de mélange est enrichi en oxygène par rapport à de l'air.

10

29. Procédé selon l'une des revendications 13 à 28 dans lequel la colonne de mélange opère à une pression entre 0,5 et 1 bar au-dessus de la pression de la colonne basse pression.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

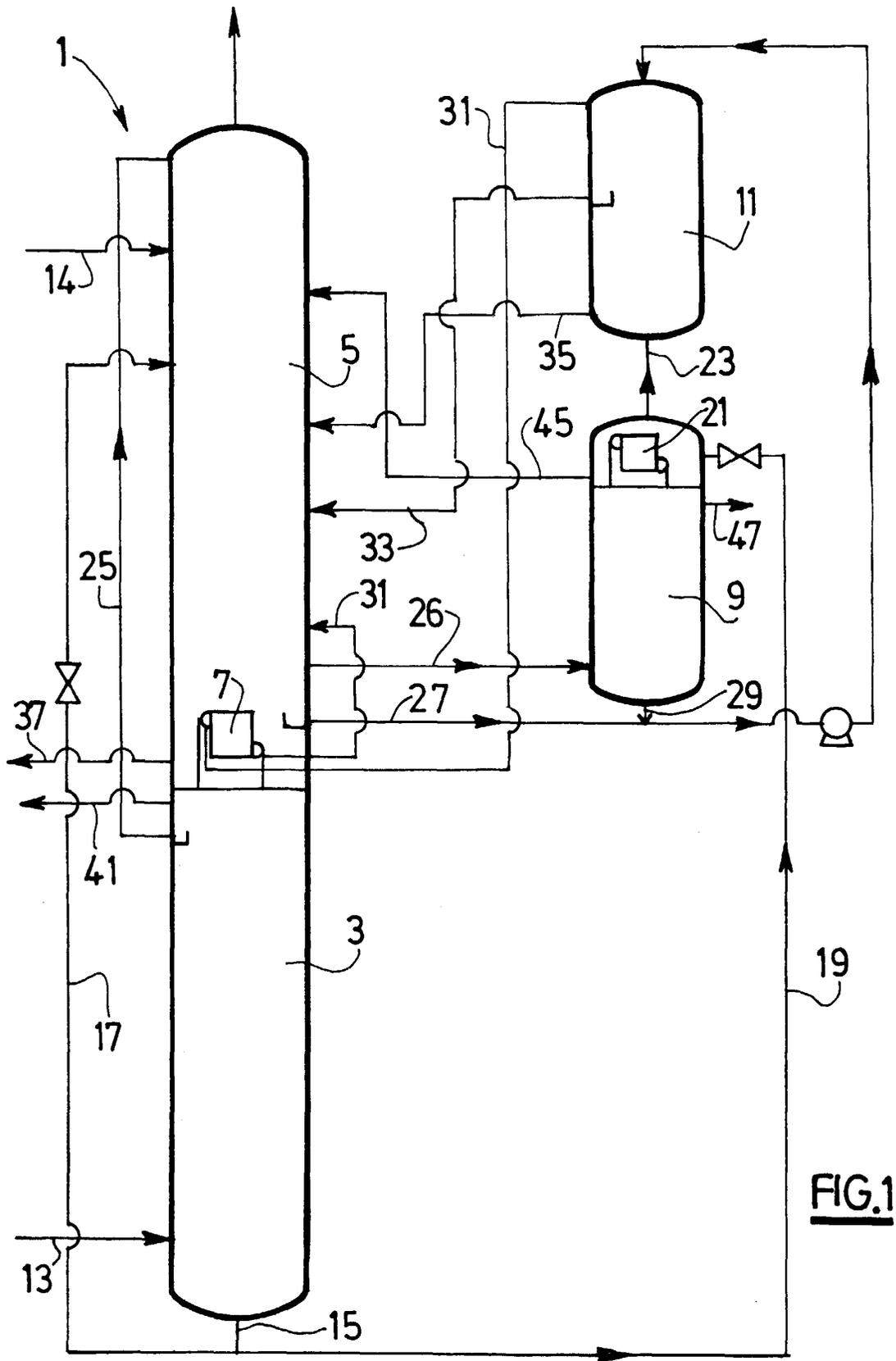


FIG.1

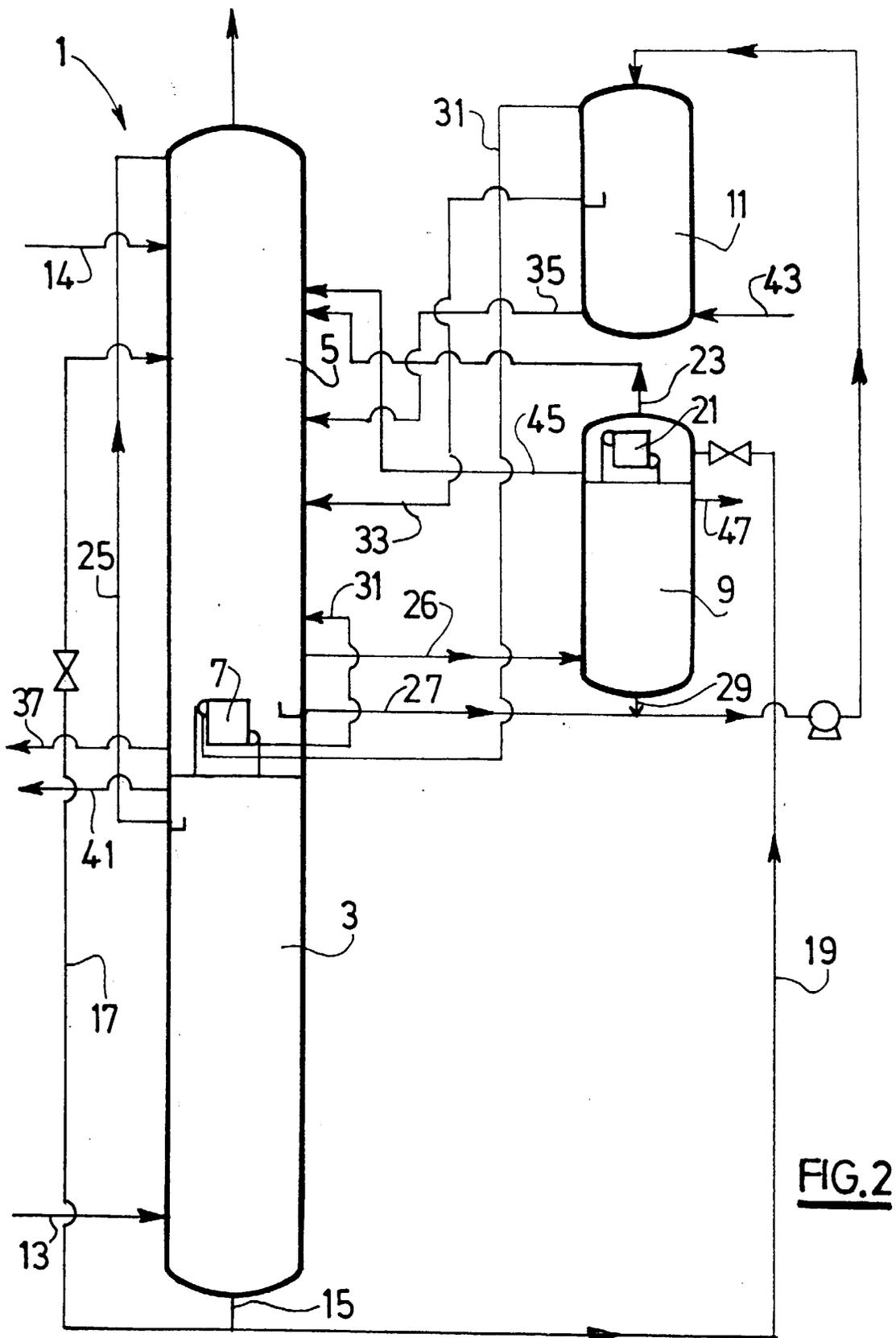


FIG. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 40 3354

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.7)
Y	US 5 551 258 A (RATHBONE THOMAS) 3 septembre 1996 (1996-09-03) * colonne 6, ligne 35 - ligne 46; revendications; figures * * colonne 8, ligne 45 - ligne 52 * ---	1,13	F25J3/04
Y	US 5 379 599 A (MOSTELLO ROBERT A) 10 janvier 1995 (1995-01-10) * colonne 5, ligne 35 - ligne 52; revendications; figures * ---	1,13	
A	FR 2 169 561 A (AIR LIQUIDE) 7 septembre 1973 (1973-09-07) * page 8, ligne 37 - ligne 40; figures 6,9,10 * * page 16, ligne 32 - page 17, ligne 21 * * page 19, ligne 31 - page 20, ligne 11 * ---	1,13	
D,A	US 4 818 262 A (BRUGEROLLE JEAN-RENAUD) 4 avril 1989 (1989-04-04) * colonne 1, ligne 53 - colonne 2, ligne 9; revendications; figures * ---	1,5,13, 17	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	EP 0 430 803 A (AIR LIQUIDE) 5 juin 1991 (1991-06-05) * le document en entier * ---	1,5,13, 17	F25J
A	US 5 291 737 A (GIRAULT JEAN-LOUIS ET AL) 8 mars 1994 (1994-03-08) * colonne 3, ligne 39 - ligne 47; revendications; figure 2 * ---	1,5,13, 17	
-/--			
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		27 mars 2001	Lapeyrere, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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		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	



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 40 3354

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.7)
A	US 5 865 041 A (COOK STEPHEN JOHN ET AL) 2 février 1999 (1999-02-02) * colonne 1, ligne 11 - ligne 24; revendications; figures * * colonne 3, ligne 41 - ligne 46 * * colonne 4, ligne 61 - colonne 5, ligne 9 * -----	1,5,13, 17	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27 mars 2001	Examineur Lapeyrere, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

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

EP 00 40 3354

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.

27-03-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5551258 A	03-09-1996	AUCUN	
US 5379599 A	10-01-1995	AU 670387 B AU 7029194 A CA 2128054 A DE 69410038 D EP 0640802 A FI 943847 A JP 7174460 A KR 158730 B NO 942939 A ZA 9405208 A	11-07-1996 02-03-1995 24-02-1995 10-06-1998 01-03-1995 24-02-1995 14-07-1995 16-11-1998 24-02-1995 24-05-1995
FR 2169561 A	07-09-1973	FR 2143986 A AU 471345 B AU 3846172 A BE 778812 A CA 964571 A DE 2204376 A ES 399274 A GB 1387472 A IT 961138 B NL 7201234 A US 4022030 A ZA 7200578 A	09-02-1973 06-09-1973 06-09-1973 01-08-1972 18-03-1975 17-08-1972 01-06-1975 19-03-1975 10-12-1973 03-08-1972 10-05-1977 25-10-1972
US 4818262 A	04-04-1989	FR 2584803 A AT 50857 T AU 584229 B AU 6129086 A BR 8606791 A CA 1310579 A DE 3669392 D DK 130687 A EP 0229803 A ES 2000213 A FI 871121 A WO 8700609 A IN 167585 A JP 7031004 B JP 63500329 T NO 871015 A,B, NZ 216821 A PT 82966 A,B ZA 8605185 A	16-01-1987 15-03-1990 18-05-1989 10-02-1987 13-10-1987 24-11-1992 12-04-1990 13-03-1987 29-07-1987 16-01-1988 13-03-1987 29-01-1987 17-11-1990 10-04-1995 04-02-1988 12-03-1987 08-01-1988 01-08-1986 25-03-1987

EPO FORM P0460

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

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

EP 00 40 3354

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.

27-03-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0430803 A	05-06-1991	FR 2655137 A	31-05-1991
		CA 2030771 A	29-05-1991
		DE 69007032 D	07-04-1994
		DE 69007032 T	01-06-1994
		ES 2049953 T	01-05-1994
		JP 3181776 A	07-08-1991
		US 5079923 A	14-01-1992
US 5291737 A	08-03-1994	FR 2680114 A	12-02-1993
		AU 655485 B	22-12-1994
		AU 2079892 A	11-02-1993
		BR 9203049 A	04-05-1993
		CA 2075420 A	08-02-1993
		CN 1071000 A,B	14-04-1993
		DE 69208412 D	28-03-1996
		DE 69208412 T	04-07-1996
		EP 0531182 A	10-03-1993
		ES 2083709 T	16-04-1996
US 5865041 A	02-02-1999	AUCUN	

EPO FORM P0460

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