

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 913 104

21) N° d'enregistrement national : 07 53567

51) Int Cl⁸ : F 25 J 3/04 (2006.01)

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 28.02.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 29.08.08 Bulletin 08/35.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCES-DES GEORGES CLAUDE — FR.

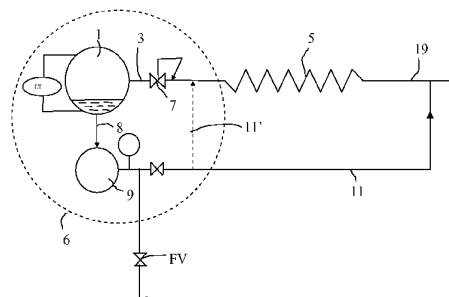
72) Inventeur(s) : BODELIN PIERRE, DAVIDIAN BENOIT et MASLIAH ERIC.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) :

54) PROCÉDE ET APPAREIL DE FOURNITURE D'AZOTE.

57) Dans un procédé de fourniture d'azote au moyen d'un appareil de production d'azote gazeux par séparation d'air (9) et par vaporisation d'azote liquide provenant d'un stockage (1), si les besoins du client en azote gazeux sont inférieurs à un premier seuil, le client est fourni en azote exclusivement par vaporisation d'azote liquide et si les besoins du client en azote gazeux sont supérieurs à un deuxième seuil, le deuxième seuil étant supérieur au premier seuil, le client est fourni en azote au moins partiellement par l'appareil de production d'azote.



FR 2 913 104 - A1



La présente invention est relative à un procédé et à un appareil de fourniture d'azote. Il est commun de fournir un client en azote au moyen d'un appareil générateur de gaz, tel qu'un appareil cryogénique de distillation d'air, ainsi qu'un stockage d'azote qui fournit de l'azote gazeux qui fournit le client quand l'appareil cryogénique est en panne et/ou n'arrive pas à produire tout le débit requis.

Selon l'invention l'appareil générateur de gaz est mis en marche uniquement lorsque cela est plus économique que d'utiliser un stockage de gaz (sous forme gazeuse ou liquide) pour fournir un client.

Comme montré à la Figure 1, selon l'art antérieur, un générateur de gaz A, en particulier pour les unités présentes sur le site d'un client, est généralement couplé à un moyen de fourniture de secours B de type « vrac » (liquide avec évaporateur ou gaz).

Le générateur est toujours en état de fournir le client via les conduites C,E. Lorsque le client consomme plus que le nominal (100 %), le moyen de fourniture de secours se met en route et transfère de l'azote via les conduites D,E.

De même, lorsque le générateur est en panne, le moyen de fourniture de secours prend le relais.

Dans ce mode de fonctionnement, le générateur est en marche quelle que soit la consommation du client. Dans les phases de faible consommation du client par rapport au nominal du générateur, la consommation énergétique et donc le coût de production ne sont pas optimaux.

Ce fonctionnement selon l'art antérieur est illustré à la Figure 3. Au temps 0, le client consomme 20 Nm³/h d'azote, ce débit étant fourni entièrement par distillation d'air dans un appareil de séparation à simple colonne biberonné. Au fur et à mesure que la consommation du client augmente, la production de l'appareil augmente en conséquence à 40 et ensuite 100 Nm³/h aux temps 10 heures et 20 heures respectivement. Or, quand la consommation du client atteint 150 Nm³/h, l'appareil de séparation continue de produire son débit maximal de 100 Nm³/h, le reste étant fourni par vaporisation d'azote stocké pour produire un débit de 50 Nm³/h.

Quand la consommation réduit à 80 Nm³/h à l'instant 50 heures, la production d'azote par vaporisation s'arrête et la production d'azote par l'appareil de distillation est abaissée à 80 Nm³/h. Ensuite pour suivre la consommation du client, le niveau de production de l'appareil est réduit à 40
5 et ensuite 20 Nm³/h.

Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de fourniture d'azote au moyen d'un appareil de production d'azote gazeux par séparation d'air et par vaporisation d'azote liquide dans lequel :

a) si les besoins du client en azote gazeux sont inférieurs à un
10 premier seuil, le client est fourni en azote exclusivement par vaporisation d'azote liquide

b) si les besoins du client en azote gazeux sont supérieurs à un deuxième seuil, le deuxième seuil étant supérieur au premier seuil, le client est fourni en azote au moins partiellement par l'appareil de production
15 d'azote.

Selon d'autres objets de l'invention :

- si les besoins du client en azote dépassent un troisième seuil, supérieur au deuxième seuil, le client est fourni partiellement par l'appareil de production d'azote et partiellement par vaporisation d'azote liquide ;

20 - les besoins du client sont entre le deuxième et le troisième seuil et le client est fourni uniquement par l'appareil de production d'azote ;

- si les besoins du client en azote gazeux sont supérieurs au deuxième seuil, le client est fourni en azote uniquement par l'appareil de production d'azote ;

25 - au moins un des premier, deuxième et troisième seuils est variable selon le prix de l'électricité et/ou le prix de l'azote liquide et/ou la quantité d'azote liquide dans un stockage relié au moyen de vaporisation et/ou la vitesse de modification de la quantité d'azote liquide dans le stockage ;

- si les besoins du client en azote gazeux sont supérieurs au
30 deuxième seuil ou supérieurs au deuxième seuil mais inférieurs au troisième seuil, l'appareil de production d'azote produit de l'azote gazeux avec un débit sensiblement constant et

a) si les besoins du client en azote gazeux sont inférieurs au débit sensiblement constant, la partie excédentaire d'azote gazeux est rejetée à l'atmosphère et le reste d'azote gazeux est envoyé au client

b) si les besoins du client en azote gazeux sont supérieurs ou égaux au débit sensiblement constant, tout le débit d'azote gazeux est envoyé au client

- l'appareil de production d'azote gazeux est un appareil de distillation cryogénique d'air et éventuellement de l'azote liquide est envoyé à l'appareil de production d'azote gazeux pour participer à son maintien en froid.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de fourniture d'azote gazeux comprenant un appareil de production d'azote gazeux par séparation d'air, un vaporiseur d'azote liquide, un stockage, des moyens pour alimenter le vaporiseur en azote liquide par le stockage, des moyens pour envoyer de l'azote gazeux de l'appareil de production au client, des moyens pour envoyer de l'azote gazeux du vaporiseur au client et des moyens pour réguler au moins un des débits d'azote gazeux envoyé au client en fonction du prix de l'électricité et/ou du prix de l'azote liquide et/ou de la quantité d'azote liquide dans le stockage et/ou de la vitesse de modification de la quantité d'azote liquide dans le stockage.

Eventuellement l'appareil de production d'azote gazeux est un appareil de distillation cryogénique d'air.

L'invention sera maintenant décrite en plus de détail en se référant aux figures.

La figure 2 illustre un appareil de fourniture d'azote selon l'invention. La figure 4 est un graphique illustrant la mode d'opération de cet appareil avec le procédé selon l'invention.

Selon cette invention, il est proposé d'inverser la philosophie actuelle. Le client est en base fourni par le moyen de fourniture de secours « vrac ». Lorsque sa demande dépasse une certaine valeur, le générateur efface la fourniture « vrac ». Cette valeur est définie de façon à ce que le coût de production par le générateur devienne plus économique que la fourniture « vrac ». Elle dépend du coût de l'énergie et du coût du vrac.

Au delà de la capacité de production du générateur, le « vrac » vient compléter la production du générateur pour fournir le client.

Ainsi comme on voit sur la figure 4, au temps 0, le client consomme 20 Nm³/h d'azote, ce débit étant fourni entièrement par vaporisation d'azote provenant d'un stockage (ou éventuellement par arrivée d'azote gazeux provenant d'un réseau). La consommation du client augmente ensuite à 40 Nm³/h à 10 heures, la vaporisation d'azote s'arrête complètement, la production de l'appareil de distillation commence en conséquence à 40 Nm³/h et atteint 100 Nm³/h après 20 heures. Or, quand la consommation du client atteint 150 Nm³/h, l'appareil de séparation continue de produire son débit maximal de 100 Nm³/h, le reste étant fourni par vaporisation d'azote stocké pour produire un débit de 50 Nm³/h.

Quand la consommation réduit à 80 Nm³/h à l'instant 50 heures, la production d'azote par vaporisation s'arrête et la production d'azote par l'appareil de distillation est rabaissée à 80 Nm³/h. Ensuite pour suivre la consommation du client, le niveau de production de l'appareil est réduit à 40 Nm³/h. Au-delà de cette valeur, la distillation d'air est arrêtée et pour fournir la consommation basse du client à 20 Nm³/h, la vaporisation d'azote liquide est remise en marche.

Selon l'invention, l'appareil de séparation d'air peut produire, pour des valeurs entre 40 et 100 Nm³/h, la consommation exacte souhaitée selon l'invention. Comme illustré à la Figure 2, un ensemble complet 6 comprend un stockage d'azote liquide 1 et au moins la boîte froide 9 du générateur cryogénique.

Le générateur de gaz est constitué par une simple colonne de séparation d'air, à l'intérieur d'une boîte froide 9, produisant de l'azote gazeux 11 en tête de colonne.

Un détendeur 7 placé sur la conduite 3 de liquide détend le liquide destiné au vaporiseur 5.

Une connexion optionnelle d'azote liquide 8 vers la boîte froide 9 du générateur cryogénique assure au moins partiellement le maintien en froid du générateur par biberonnage.

Le stockage est également relié au vaporiseur 5 par la conduite 3.

Le vaporiseur est relié au client via une conduite 18.

Entre les temps 0 et 10 heures de la Figure 4, du liquide 3 est soutiré du stockage 1, est détendu dans le détendeur 7, puis vaporisé (et réchauffé à la température ambiante) dans le système de vaporisation 5. La boîte froide 9 ne fonctionne pas.

Entre les temps 10 et 30 heures, le gaz provenant de la boîte froide 9 est envoyé dans le réseau client à travers la conduite 11. Aucun débit liquide provenant du stockage n'est vaporisé dans le vaporiseur 5.

Entre les temps 30 et 40 heures, le gaz est produit à la fois par vaporisation d'azote du stockage et par distillation, les deux débits étant mélangés en aval du vaporiseur 5 (ou éventuellement en amont comme décrit dans la demande de brevet FR0752579 déposée le 9 janvier 2007).

Entre les temps 40 et 60 heures, le gaz provenant de la boîte froide 9 est envoyé dans le réseau client à travers la conduite 11. Aucun débit liquide provenant du stockage n'est vaporisé dans le vaporiseur 5.

Entre les temps 60 et 70 heures de la Figure 4, du liquide 3 est de nouveau soutiré du stockage 1, détendu dans le détendeur 7, puis vaporisé (et réchauffé à la température ambiante) dans le système de vaporisation 5. La boîte froide 9 ne fonctionne pas.

Selon une variante de l'invention, l'appareil de séparation d'air produit un débit fixe avec une pression nominale de 8.3 barg (8.6 barg maxi). Il n'y a pas de marche réduite et le compresseur d'air de l'appareil de distillation est à vitesse fixe).

Si le client ne prend pas tout l'azote produit par l'appareil, une partie de l'azote est jetée à l'atmosphère, via un déverseur ou une vanne de régulation FV. Ceci permet de limiter la pression de la colonne (pression réseau N2) à une valeur limite (PSH, autour de 7.9 barg), sans devoir décharger le compresseur.

Si le client a une consommation en pic, le surplus de débit vient du stockage 1 via un détendeur de liquide 7 (ouverture vers 7.4 barg), ce qui permet de maintenir la pression dans le réseau client.

- Mise en route : le client est fourni en liquide.

• Si la baisse de niveau du stockage LT s'effectue à une vitesse supérieure à un équivalent de débit de production jugé économique en fonction du coût de l'azote liquide et de l'énergie électrique (par exemple, 20% du débit nominal), le générateur est mis en route. Ce seuil de mise en route pourra être paramétré via l'IHM. On pourra faire une moyenne glissante sur une à quelques heures pour estimer le débit moyen de consommation, de façon à obtenir une lecture lisible et fiable de la baisse de niveau.

• Si la consommation du client baisse fortement, le générateur sera arrêté si le débit effectivement fourni au client par le générateur est inférieur à un seuil de débit jugé non économique en fonction du coût de l'azote liquide et de l'énergie électrique (par exemple, 20% du débit nominal). Ce seuil d'arrêt pourra être paramétrable via IHM.

On estime le débit rejeté à l'atmosphère en utilisant le fait que celui-ci est fonction du Cv de la vanne, de son ouverture, de la pression PT, et de la température du gaz. On en déduit alors le débit effectivement fourni par le générateur au client, par différence du débit nominal de production du générateur et du débit rejeté à l'atmosphère.

La mise en route du générateur, même en cas de consommation basse, peut être rendue nécessaire quand le stockage ne contient que peu de liquide (par exemple 10% du niveau maximal) dans le stockage pour augmenter la durée de fourniture au client (via le générateur). La consommation d'azote liquide est alors limitée au biberonnage (s'il y en a).

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fourniture d'azote au moyen d'un appareil de production d'azote gazeux par séparation d'air (9) et par vaporisation d'azote
5 liquide dans lequel

a) si les besoins du client en azote gazeux sont inférieurs à un premier seuil , le client est fourni en azote exclusivement par vaporisation d'azote liquide

b) si les besoins du client en azote gazeux sont supérieurs à un
10 deuxième seuil, le deuxième seuil étant supérieur au premier seuil, le client est fourni en azote au moins partiellement par l'appareil de production d'azote.

2. Procédé de fourniture d'azote selon la revendication 1 dans lequel
15 si les besoins du client en azote dépassent un troisième seuil, supérieur au deuxième seuil, le client est fourni partiellement par l'appareil de production d'azote (9) et partiellement par vaporisation d'azote liquide.

3. Procédé selon la revendication 2 dans lequel les besoins du client
20 sont entre le deuxième et le troisième seuil et le client est fourni uniquement par l'appareil de production d'azote (9).

4. Procédé selon la revendication 1 dans lequel si les besoins du client en azote gazeux sont supérieurs au deuxième seuil, le client est fourni
25 en azote uniquement par l'appareil de production d'azote (9).

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel au moins un des premier, deuxième et troisième seuils est variable selon le prix de l'électricité et/ou le prix de l'azote liquide et/ou la quantité d'azote
30 liquide dans un stockage (1) relié au moyen de vaporisation (5) et/ou la vitesse de modification de la quantité d'azote liquide dans le stockage.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel si les besoins du client en azote gazeux sont supérieurs au deuxième seuil ou supérieurs au deuxième seuil mais inférieurs au troisième seuil, l'appareil de production d'azote produit de l'azote gazeux avec un débit sensiblement constant et

a) si les besoins du client en azote gazeux sont inférieurs au débit sensiblement constant, la partie excédentaire d'azote gazeux est rejetée à l'atmosphère et le reste d'azote gazeux est envoyé au client

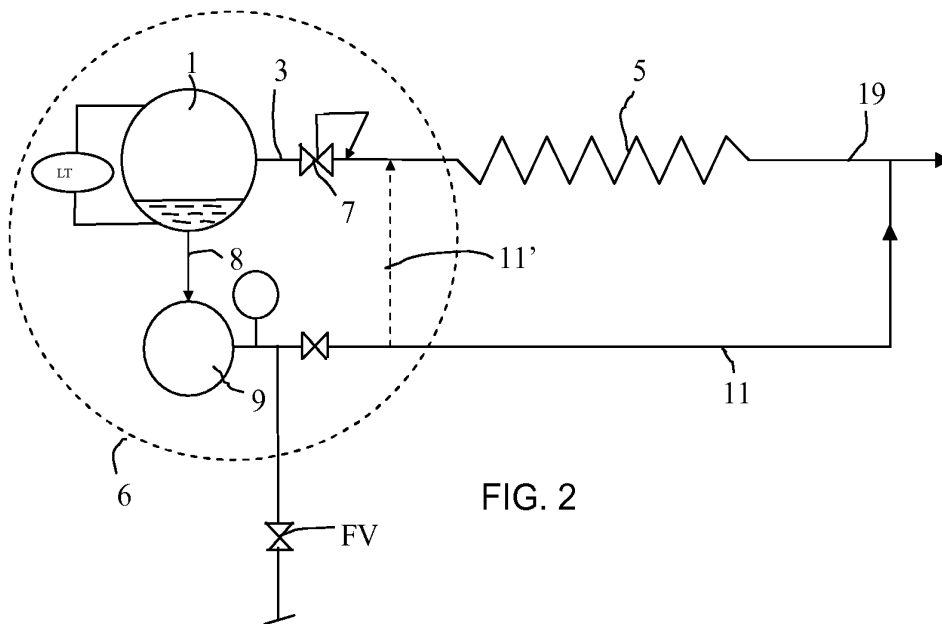
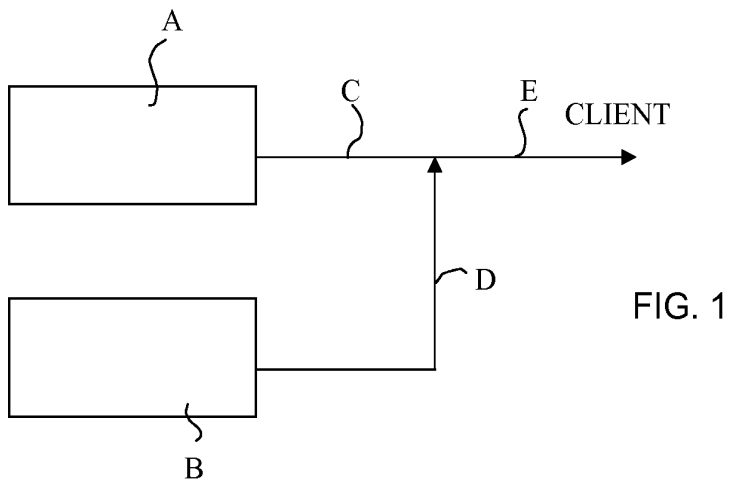
b) si les besoins du client en azote gazeux sont supérieurs ou égaux au débit sensiblement constant, tout le débit d'azote gazeux est envoyé au client.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'appareil de production d'azote gazeux est un appareil de distillation cryogénique d'air (9) et éventuellement de l'azote liquide est envoyé à l'appareil de production d'azote gazeux pour participer à son maintien en froid.

8. Appareil de fourniture d'azote gazeux comprenant un appareil de production d'azote gazeux par séparation d'air (9), un vaporiseur d'azote liquide (5), un stockage (1), des moyens pour alimenter le vaporiseur en azote liquide par le stockage, des moyens (11) pour envoyer de l'azote gazeux de l'appareil de production au client, des moyens (9) pour envoyer de l'azote gazeux du vaporiseur au client et des moyens pour réguler au moins un des débits d'azote gazeux envoyé au client en fonction du prix de l'électricité et/ou du prix de l'azote liquide et/ou de la quantité d'azote liquide dans le stockage et/ou de la vitesse de modification de la quantité d'azote liquide dans le stockage.

9. Appareil selon la revendication 8 dans lequel l'appareil de production d'azote gazeux est un appareil de distillation cryogénique d'air (9).

1/2



2/2

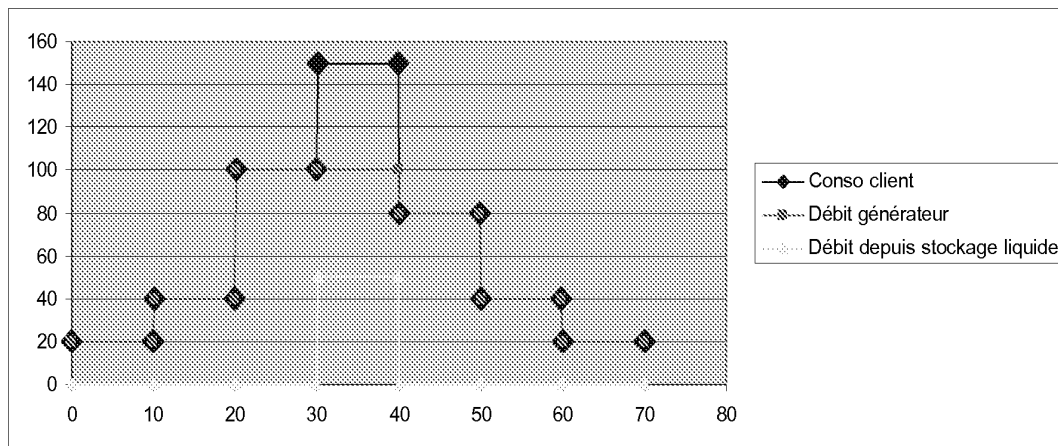


FIG. 3

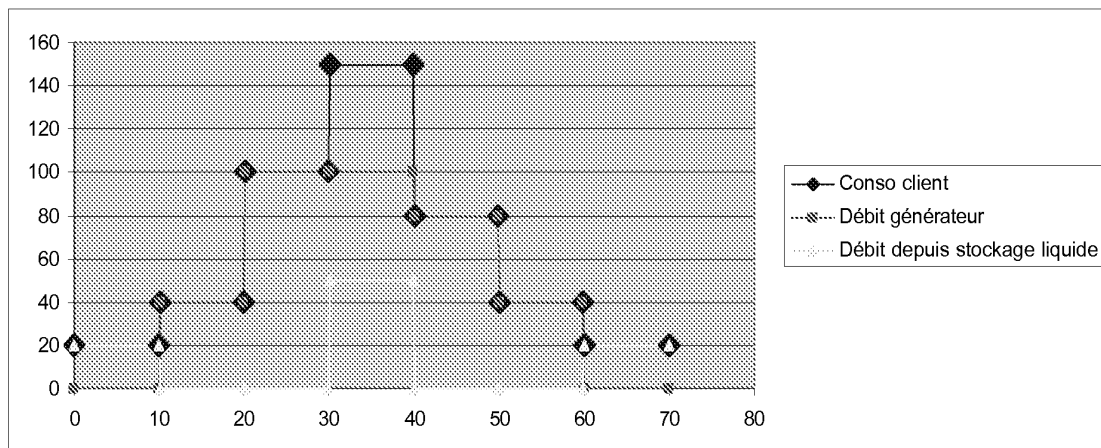


FIG. 4

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0753567 FA 691406**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 07-12-2007

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2005172666 A1	11-08-2005	BR 0305216 A	27-07-2004
		EP 1521628 A1	13-04-2005
		FR 2842124 A1	16-01-2004
		WO 2004007055 A1	22-01-2004
		JP 2005532529 T	27-10-2005

US 5157927 A	27-10-1992	AU 642991 B2	04-11-1993
		AU 7418191 A	17-10-1991
		CA 2039939 A1	11-10-1991
		DE 69108973 D1	24-05-1995
		DE 69108973 T2	31-08-1995
		EP 0452177 A1	16-10-1991
		ES 2071246 T3	16-06-1995
		FR 2660741 A1	11-10-1991
		JP 3231799 B2	26-11-2001
		JP 5087446 A	06-04-1993
		ZA 9102591 A	29-01-1992

US 6273936 B1	14-08-2001	CA 2282073 A1	09-04-2000
		CN 1250868 A	19-04-2000
		DE 69922124 D1	30-12-2004
		DE 69922124 T2	03-11-2005
		EP 0992275 A1	12-04-2000
		ES 2234224 T3	16-06-2005
		FR 2784308 A1	14-04-2000

EP 0538857 A	28-04-1993	AT 188771 T	15-01-2000
		DE 4135302 A1	29-04-1993
		DK 538857 T3	29-05-2000
		ES 2142811 T3	01-05-2000
		GR 3033134 T3	31-08-2000
		PT 538857 T	30-06-2000
