



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
18.08.1999 Bulletin 1999/33

(51) Int Cl. 6: F23C 11/02, F23J 15/00

(21) Numéro de dépôt: 99400288.9

(22) Date de dépôt: 09.02.1999

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

• Vandycke, Michel
78950 Gambais (FR)
• Beal, Corinne
78960 Voisins le Bretonneux (FR)

(30) Priorité: 16.02.1998 FR 9801839

(74) Mandataire: Gosse, Michel
ALSTOM France SA
Service de Propriété Industrielle
c/o CEGELEC
5, Avenue Newton
92142 Clamart Cédex (FR)

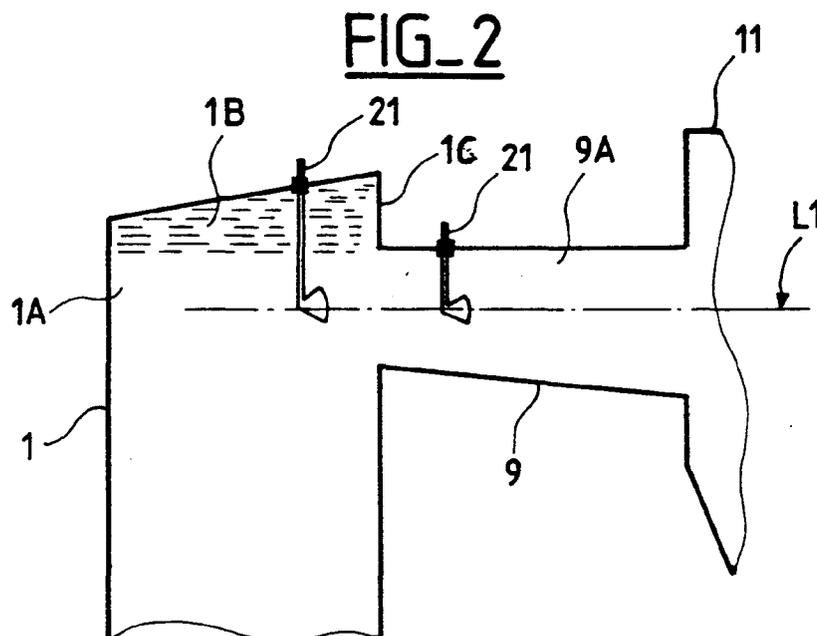
(71) Demandeur: ALSTOM Energy Systems SA
78141 Vélizy Villacoublay (FR)

(72) Inventeurs:
• Morin, Jean Xavier
45170 Neuville aux Bois (FR)

(54) Chaudière à lit fluidisé circulant à réduction d'oxydes d'azote améliorée

(57) La chaudière à lit fluidisé circulant comprend un foyer de combustion (1) et un cyclone de séparation (11) reliés entre eux par un conduit (9) qui s'étend suivant une direction longitudinale (L1) et qui canalise un flux de particules et de gaz contenant des oxydes d'azote (NOx). Elle comprend encore un moyen pour injecter

dans le flux un réactif permettant de réduire les oxydes d'azote. Ce moyen comprend au moins une première canne tubulaire (21) disposée dans un renforcement (1C) de la partie supérieure du foyer de combustion qui s'étend au dessus du conduit de façon telle à injecter le réactif suivant la direction longitudinale (L1) du conduit (9) et de façon co-courante au flux.



Description

[0001] L'invention se rapporte à une chaudière à lit fluidisé circulant, avec un conduit qui s'étend suivant une direction longitudinale et qui canalise un flux de particules et de gaz contenant des oxydes d'azote, et un moyen pour injecter dans le flux un réactif permettant de réduire les oxydes d'azote.

[0002] Dans une chaudière de ce type, avec un conduit reliant un foyer de combustion à un cyclone de séparation, les particules sont séparées dans le cyclone de séparation et sont recyclées dans le foyer de combustion. Les gaz sont évacués par une cheminée après avoir traversé des échangeurs de chaleur conventionnels situés en aval du cyclone de séparation. La réduction des oxydes d'azote en azote moléculaire inerte est une mesure corrective qui permet de diminuer le rejet des oxydes d'azote avec les gaz évacués par la cheminée.

[0003] D'une manière générale, on injecte dans le flux de particules et de gaz de l'ammoniac pour réduire les oxydes d'azote selon un schéma réactionnel connu sous le nom de réduction sélective non catalytique. Il est admis aujourd'hui que trois principaux paramètres, la température, le temps de séjour, et le mélange de l'ammoniac réactif avec les oxydes d'azote, influencent la réaction de réduction dans l'installation.

[0004] La demande de brevet européenne EP 0 690 266, publiée le 3 janvier 1996, décrit une chaudière dans laquelle l'injection de l'ammoniac est réalisée par une ouverture formée dans la paroi de la partie supérieure du conduit, cette ouverture étant disposée à une distance plus courte du foyer de combustion que du cyclone de séparation. Ce mode d'injection est relativement simple à réaliser. Cependant, l'injection à même la paroi du conduit ne permet pas un mélange complet de l'ammoniac réactif et des oxydes d'azote. En effet, l'écoulement des particules et des gaz, bien que turbulent, est dominé par une composante de vitesse parallèle à la direction longitudinale du conduit qui cantonne la pénétration de l'ammoniac réactif à une couche en contact avec la paroi du conduit.

[0005] Le but de l'invention est d'améliorer le mélange du réactif avec les oxydes d'azote contenus dans les gaz pour favoriser leur réduction.

[0006] A cet effet, l'invention a pour objet une chaudière à lit fluidisé circulant avec avec un foyer de combustion et un cyclone de séparation reliés entre eux par un conduit qui s'étend suivant une direction longitudinale et qui canalise un flux de particules et de gaz contenant des oxydes d'azote, et un moyen pour injecter dans le flux un réactif permettant de réduire les oxydes d'azote, caractérisée en ce que ce moyen comprend au moins une première canne tubulaire disposée dans un renforcement de la partie supérieure du foyer de combustion qui s'étend au dessus du conduit de façon telle à injecter le réactif suivant la direction longitudinale du conduit et de façon co-courante au flux.

[0007] Avec cet agencement, le réactif est injecté à coeur dans le flux et dans un région du flux peu dense en particules ce qui permet de renforcer le mélange avec les oxydes d'azote et d'augmenter le rendement de réduction.

[0008] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description de deux modes de réalisation illustrés par les dessins.

[0009] La figure 1 montre très schématiquement en vue de face une chaudière à lit fluidisé circulant.

[0010] La figure 2 montre très schématiquement une chaudière selon la figure 1, avec au moins une canne d'injection disposée dans la partie supérieure d'un foyer de combustion ou d'un premier conduit de communication entre le foyer de combustion et un cyclone de séparation.

[0011] La figure 3 montre très schématiquement une chaudière selon la figure 1, avec au moins une canne d'injection disposée dans un deuxième conduit formé par la partie supérieure d'un échangeur extérieur à lit fluidisé dense.

[0012] La figure 4 est une vue en coupe d'une canne d'injection.

[0013] Une chaudière à lit fluidisé circulant, représentée de façon schématique sur la figure 1, comprend un foyer de combustion 1 qui s'étend verticalement et dont une partie inférieure est alimentée par un combustible 3, par exemple du charbon concassé, et par un flux d'air 7 dirigé vers le haut du foyer. La combustion s'effectue au sein d'une importante masse de fines particules de cendres 5 fortement agitées et maintenues en suspension par le flux d'air 7 pour former un lit fluidisé ayant une densité en particules qui diminue rapidement en fonction de la hauteur du foyer. La combustion a lieu à une température typique de 850 degrés celsius (°C) et génère des d'oxydes d'azote NOx.

[0014] Le flux d'air chargé des fines particules et des oxydes d'azote est canalisé dans la partie haute du foyer par un premier conduit 9 qui s'étend suivant une direction longitudinale L1 sensiblement horizontale et qui débouche dans la partie haute 11A d'un cyclone de séparation 11 disposé verticalement. Par un écoulement circulaire du flux d'air dans le cyclone, les fines particules de cendre sont séparées des fumées et sont recyclées vers le foyer de combustion 1 par l'intermédiaire d'un siphon fluidisé 13. Les fumées 14 sortent du cyclone de séparation 11 et traversent des échangeurs de chaleur conventionnels avant d'être évacuées par une cheminée.

[0015] Pour faciliter le contrôle de la température du foyer, on dispose en parallèle avec le siphon fluidisé 13, un échangeur extérieur à lit fluidisé dense 15, qui est alimenté en air 16 et en particules prélevées dans la partie inférieure 11B du cyclone de séparation 11. Un deuxième conduit 17 formant une partie supérieure de l'échangeur extérieur 15 s'étend parallèlement à une direction longitudinale L2 sensiblement horizontale et canalise le flux des particules et de gaz provenant du cy-

clone de séparation 11 vers le foyer de combustion 1 par l'intermédiaire d'un système fluidisé 19 pour recycler les particules.

[0016] Selon l'invention, pour réduire les oxydes d'azote contenus dans les gaz et les fumées, on injecte un réactif, par exemple de l'ammoniac à l'état gazeux, au moyen au moins d'une canne tubulaire disposée de façon telle à libérer le réactif suivant la direction longitudinale du conduit et de façon co-courante au flux de gaz chargé des particules.

[0017] Dans un premier mode de réalisation de l'invention, figure 2, chaque canne tubulaire 21 est disposée dans une partie supérieure 1A du foyer de combustion 1 où le flux de particules et de gaz est canalisé par le premier conduit 9 pour être transporté vers le cyclone de séparation 11. De préférence, dans ce premier mode de réalisation, on monte chaque canne tubulaire dans un renforcement 1C de la partie supérieure 1A du foyer de combustion 1 qui s'étend au dessus de la partie supérieure 9A du premier conduit 9. Ce renforcement 1C crée une couche d'impact 1B des particules transportées par le flux circulant et diminue la densité en particules dans la zone d'injection du réactif.

[0018] Il est prévu également, dans une variante de ce premier mode de réalisation de l'invention, visible sur la figure 2, de disposer chaque canne tubulaire 21 dans une partie supérieure 9A du premier conduit 9 qui canalise le flux sortant du foyer 1 vers l'entrée du cyclone de séparation 11. De préférence, dans cette variante, chaque canne tubulaire 21 est disposée à proximité du foyer de combustion 1 pour allonger le temps de séjour jusqu'à l'entrée du flux d'air dans le cyclone de séparation 11 et ainsi renforcer le mélange du réactif injecté avec les oxydes d'azote contenus dans le flux.

[0019] D'une manière avantageuse, on dispose plusieurs cannes tubulaires 21 en plusieurs points d'une direction de largeur du foyer de combustion 1 ou du conduit 9 qui est perpendiculaire à la direction longitudinale L1 pour renforcer le mélange avec les oxydes d'azote.

[0020] Dans un deuxième mode de réalisation de l'invention, figure 3, chaque canne tubulaire 21 est disposée dans un deuxième conduit 17 formé par une partie supérieure 17A de l'échangeur extérieur 15, où le carbone est élué en partie dans les particules provenant du cyclone de séparation 11. La combustion du carbone élué s'effectue dans un fort excès d'air au dessus du lit fluidisé dense et produit des oxydes d'azote qui sont réduits par l'injection du réactif. De préférence, dans ce deuxième mode de réalisation, chaque canne tubulaire 21 est disposée par rapport au courant du flux en aval de la zone d'entrée 17B dans le deuxième conduit 17 des particules provenant du cyclone de séparation 11 pour allonger le temps de séjour du réactif, compte tenu du fait que dans cette zone d'entrée 17B, l'élué du carbone est importante.

[0021] Chaque canne tubulaire 21 comprend, figure 4, au moins une buse d'injection 23. Dans chacun des deux modes de réalisation décrits précédemment, on

descend chaque canne tubulaire 21 dans le foyer de combustion, ou dans le premier 9 ou le deuxième conduit 17, sensiblement perpendiculairement à la direction longitudinale L1 ou L2 et en orientant la buse d'injection 23 dans le sens d'écoulement du flux des particules et des gaz pour injecter le réactif suivant la direction longitudinale du conduit et de façon co-courante au flux.

[0022] La fixation de chaque canne d'injection 21 dans la partie supérieure du foyer 1 ou du premier 9 ou du deuxième conduit 17 est réalisée au moyen d'une bride 25 qui de préférence permet un déplacement en translation de chaque canne perpendiculairement à la direction longitudinale du conduit pour régler la descente dans le foyer ou dans le conduit en fonction d'une moindre densité en particules dans le flux et ainsi renforcer le mélange du réactif avec les oxydes d'azote.

[0023] Il est prévu également de traiter chaque canne tubulaire en surface pour améliorer ses propriétés de tenue à la corrosion. Compte tenu de la température du flux et de la nature abrasive des particules et des gaz, on traite chaque canne en déposant par exemple par plasma, un revêtement de carbure de tungstène ou de carbure de chrome. Pour améliorer la tenue mécanique des cannes, on prévoit également de les refroidir par une circulation d'eau 27. Le réactif est injecté par un canal 29 qui débouche par la buse d'injection 23. Comme réactif, on utilise de l'ammoniac gazeux, ou des gouttelettes d'ammoniac en solution, ou un précurseur liquide de l'ammoniac comme l'urée en solution, pulsé par de l'air.

Revendications

1. Une chaudière à lit fluidisé circulant, avec avec un foyer de combustion (1) et un cyclone de séparation (11) reliés entre eux par un conduit (9) qui s'étend suivant une direction longitudinale (L1) et qui canalise un flux de particules et de gaz contenant des oxydes d'azote (NOx), et un moyen pour injecter dans le flux un réactif permettant de réduire les oxydes d'azote, caractérisée en ce que ce moyen comprend au moins une première canne tubulaire (21) disposée dans un renforcement (1C) de la partie supérieure du foyer de combustion qui s'étend au dessus du conduit de façon telle à injecter le réactif suivant la direction longitudinale (L1, L2) du conduit (9, 17) et de façon co-courante au flux.
2. Une chaudière selon la revendication 1, dans laquelle chaque le moyen comprend au moins une seconde canne tubulaire (21) disposée dans la partie supérieure (9A) du conduit (9) à proximité du foyer de combustion (1) pour injecter le réactif de façon co-courante au flux dans le conduit (9).
3. Une chaudière selon la revendication 1, avec un échangeur extérieur à lit fluidisé dense (15) reliant

le cyclone de séparation (11) au foyer de combustion (1) et dont la partie supérieure forme un conduit (17) pour le flux de particules et de gaz qui s'étend suivant une direction longitudinale (L2), dans laquelle le moyen comprend au moins une troisième canne tubulaire (21) disposée dans la partie supérieure (17A) de l'échangeur pour injecter le réactif dans ledit flux. 5

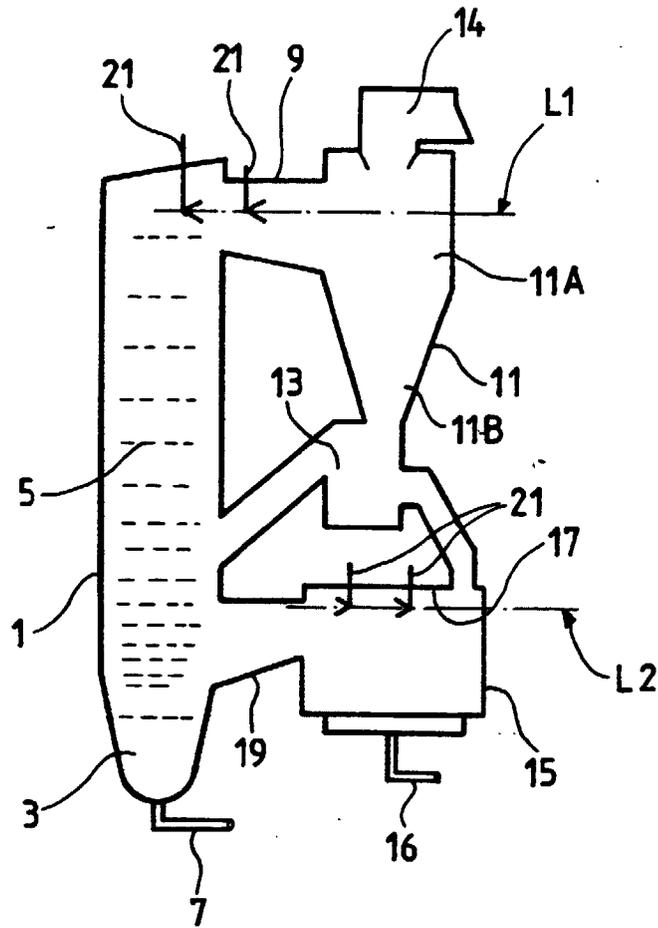
4. Une chaudière selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle chaque canne tubulaire (21) comprend au moins une buse d'injection (23) du réactif. 10
5. Une chaudière selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle chaque canne tubulaire (21) est mobile suivant une direction sensiblement perpendiculaire à la direction longitudinale (L1, L2) du conduit (9, 17). 15
6. Une chaudière selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle chaque canne tubulaire (21) comprend un circuit de refroidissement (27) par circulation d'eau. 20
7. Une chaudière selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle chaque canne tubulaire (21) comprend un revêtement par plasma de carbure de tungstène ou de carbure de chrome pour résister à l'abrasion du flux. 25
8. Une chaudière selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le réactif est de l'ammoniac gazeux, ou des gouttelettes d'ammoniac en solution, ou un précurseur liquide de l'ammoniac comme l'urée en solution, pulsé par de l'air. 30 35

40

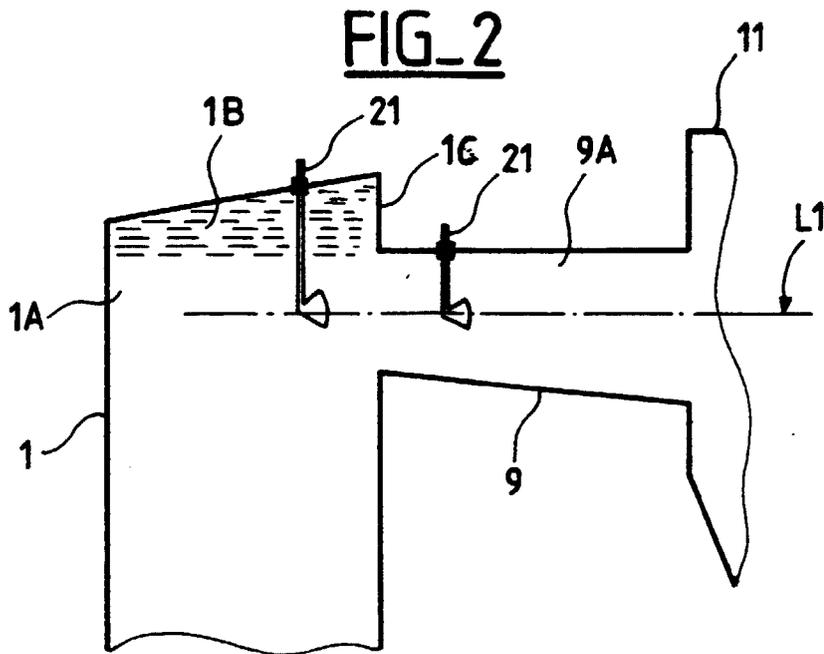
45

50

55

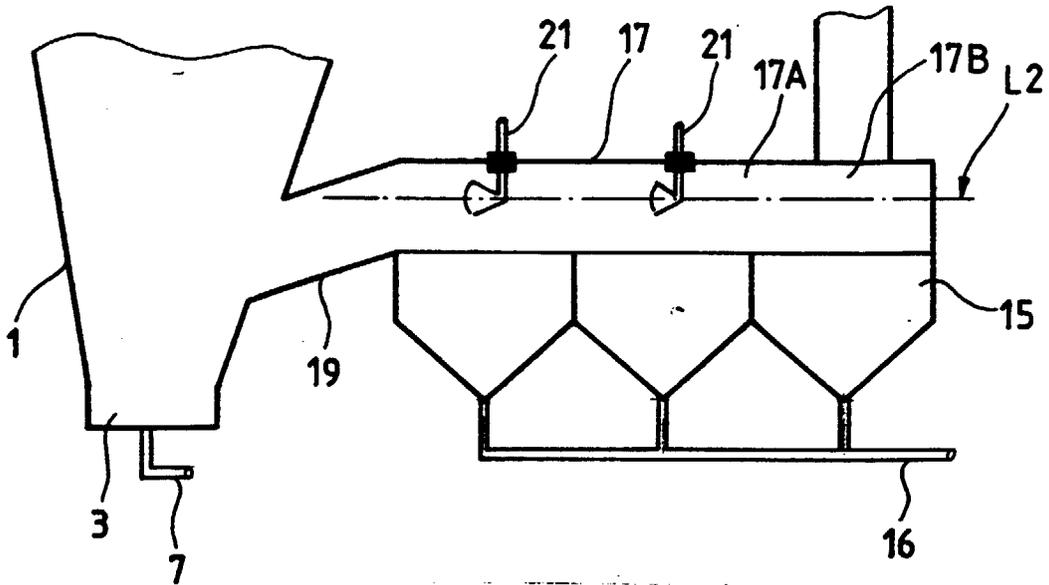


FIG_1

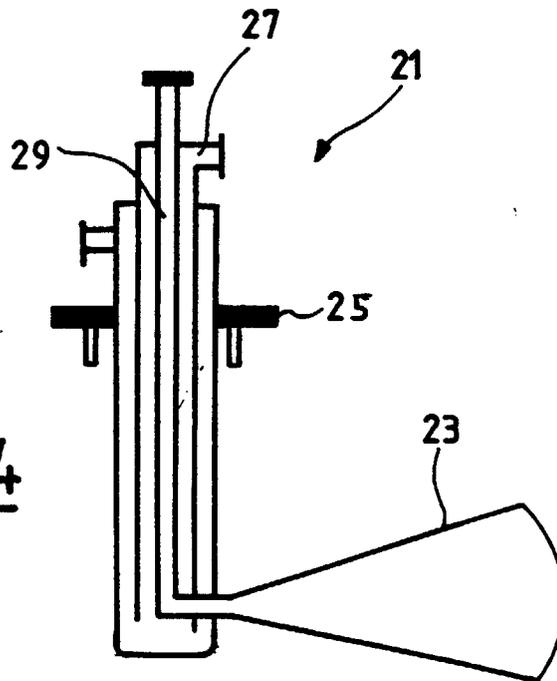


FIG_2

FIG_3



FIG_4





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 0288

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 5 465 690 A (VIEL LAMARE CHARLES ET AL) 14 novembre 1995 * colonne 1, ligne 9 - ligne 23 * * colonne 5, ligne 1 - ligne 16; figure 1 *	1	F23C11/02 F23J15/00
A	GB 2 271 517 A (DORR OLIVER INC) 20 avril 1994 * le document en entier *	1	
A,D	EP 0 690 266 A (FOSTER WHEELER ENERGY CORP) 3 janvier 1996 * le document en entier *	1	
A	WO 96 21825 A (VON ROLL UMWELTECHNIK AG ; RUEEGG HANS (CH); MUELLER PATRICK (CH)) 18 juillet 1996 * figure 2 *	3	
A	DE 37 28 557 A (DIDIER ENG ; DIDIER WERKE AG (DE)) 9 mars 1989 * colonne 3, ligne 34 - ligne 66; figures 1,2 * * colonne 5, ligne 1 - ligne 16; figure 1 *	4,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) F23C F23J F23G
A	US 5 315 941 A (VETTERICK RICHARD C ET AL) 31 mai 1994 * colonne 3, ligne 35 - colonne 4, ligne 8; figure 3 *	5	
A	US 5 342 592 A (PETER-HOBLYN JEREMY D ET AL) 30 août 1994 * colonne 4, ligne 5 - ligne 57; figure 3 *	6	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 4 mai 1999	Examineur Coli, E
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 03/92 (P/M/C02)

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

EP 99 40 0288

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.

04-05-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5465690 A	14-11-1995	CA 2186369 A	19-10-1995
		CZ 9602977 A	12-03-1997
		EP 0755299 A	29-01-1997
		FI 964071 A	11-12-1996
		WO 9527554 A	19-10-1995
		HU 76752 A	28-11-1997
		JP 9509474 T	22-09-1997
		PL 316785 A	17-02-1997
GB 2271517 A	20-04-1994	AUCUN	
EP 0690266 A	03-01-1996	US 5462718 A	31-10-1995
		CN 1125307 A	26-06-1996
		JP 2775673 B	16-07-1998
		JP 7332650 A	22-12-1995
		US 5553557 A	10-09-1996
WO 9621825 A	18-07-1996	CH 689312 A	15-02-1999
		CA 2184086 A	18-07-1996
		CZ 9602591 A	12-02-1997
		EP 0749553 A	27-12-1996
		FI 963525 A	09-09-1996
		JP 9506163 T	17-06-1997
		NO 963772 A	11-11-1996
		PL 316147 A	23-12-1996
		US 5797336 A	25-08-1998
		DE 3728557 A	09-03-1989
US 5315941 A	31-05-1994	CA 2120322 C	04-02-1997
		EP 0628770 A	14-12-1994
		HU 68037 A	29-05-1995
		JP 2517533 B	24-07-1996
		JP 6347018 A	20-12-1994
		PL 303502 A	12-12-1994
US 5342592 A	30-08-1994	WO 9100134 A	10-01-1991
		CA 2020026 A	05-01-1991
		DK 38391 A	04-03-1991
		EP 0432166 A	19-06-1991

EPO FORM P0160

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