

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication : 2 998 946

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 12 61626

51 Int Cl<sup>8</sup> : F 23 D 1/00 (2013.01), F 23 M 9/02

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.12.12.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 06.06.14 Bulletin 14/23.

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) : FIVES PILLARD Société anonyme —  
FR.

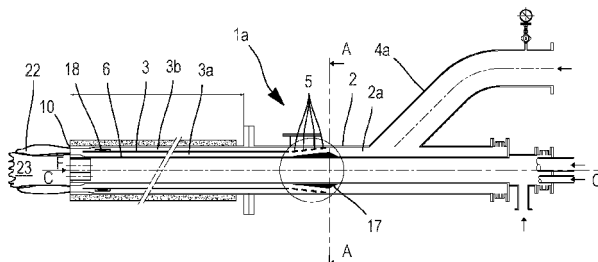
72 Inventeur(s) : RICCI LOUIS et LE PIVER GAEL.

73 Titulaire(s) : FIVES PILLARD Société anonyme.

74 Mandataire(s) : NOVAGRAAF TECHNOLOGIES.

54 BRULEUR CHARBON A DOUBLE FLUX.

57 L'invention concerne un brûleur (1), comprenant: une  
conduite principale (2) longitudinale où circule en entrée de  
l'air primaire de transport chargé de particules solides d'un  
combustible pulvérulent, un tube longitudinal (3) disposé à  
l'intérieur et concentriquement à la conduite principale, le  
tube longitudinal s'étendant jusqu'à proximité d'une extrémi-  
té (10) de sortie de l'air primaire de transport de la conduite  
principale (2) et permettant de réaliser un passage longitu-  
dinal extérieur (3b) disposé autour et concentriquement à  
un passage longitudinal intérieur (3a), et des moyens de ré-  
partition des concentrations en particules solides de l'air pri-  
maire de transport différentes, dans le passage longitudinal  
extérieur (3b) et dans le passage longitudinal intérieur (3a).



FR 2 998 946 - A1



## Brûleur charbon à double flux

La présente invention concerne, de façon générale, le domaine des brûleurs.

5 Elle s'applique particulièrement aux brûleurs qui utilisent un combustible pulvérulent.

Elle concerne notamment mais de façon non limitative les brûleurs pour four rotatif (ou tournant), tels que les fours à ciment ou les fours à chaux.

10 Principalement, deux types de tels brûleurs pour four tournant existent, ceux dit de « chauffe direct » et ceux dit de "chauffe indirect".

Dans les brûleurs pour four tournant dit de « chauffe direct », le combustible pulvérulent est transporté par l'air, dit air primaire de transport ayant servi dans le procédé de séchage/broyage du combustible pulvérulent,  
15 dans une conduite principale longitudinale.

Le reste de l'air, appelé air secondaire, entoure la conduite principale et permet la combustion. Il est généralement apporté par de l'air chaud issu des procédés de refroidissement de la matière cuite dans le four, et qui peut être à une température de 500 à 1100°C.

20 La conduite principale longitudinale peut comporter une conduite interne concentrique, équipée de conduites d'amenée d'autres combustibles, les autres combustibles pouvant être un liquide tel que de l'huile, un gaz, ou un solide pour permettre l'inflammation de l'air primaire de transport et de l'air secondaire.

25 Dans les brûleurs pour four tournant dit de « chauffe indirect », l'air ayant servi dans le procédé de séchage/broyage du combustible pulvérulent est filtré puis rejeter (ou recyclé ailleurs) sans participer au transport du combustible pulvérulent vers le brûleur. Le combustible pulvérulent est transporté avec une quantité d'air de transport beaucoup plus faible que pour  
30 les brûleurs pour four tournant dit de « chauffe direct ».

L'air primaire de transport avec combustible pulvérulent est transporté au niveau du brûleur dans une conduite secondaire concentrique et intérieure à une conduite principale longitudinale.

5 La conduite principale longitudinale peut comporter à l'intérieur de la conduite secondaire, une conduite interne concentrique équipée de conduites d'amenée d'autres combustibles, les autres combustibles pouvant être un liquide tel que de l'huile, un gaz, ou un solide pour permettre l'inflammation de l'air primaire de transport et de l'air secondaire.

10 Un air primaire sans combustible pulvérulent et qui correspond à de l'air frais, sort à très haute vitesse, dans des conduites situées de façon concentrique à la conduite secondaire et à la conduite principale, à l'intérieur et/ou à l'extérieur de la conduite principale.

15 Les écoulements de l'air primaire dans ces conduites peuvent être axiaux ou tourbillonnants (périphériques) du fait de la présence de moyens de tourbillonnement.

Le reste de l'air, appelé air secondaire, entoure la conduite principale longitudinale et permet la combustion. Il est généralement apporté par de l'air chaud issu des procédés de refroidissement de la matière cuite dans le four, et qui peut être à une température de 500 à 1100°C.

20 La grande vitesse et les écoulements axiaux et /ou tourbillonnants de l'air primaire assurent le mélange entre l'air primaire de transport et l'air secondaire pour réaliser la combustion.

25 La conduite principale longitudinale comporte, en son centre, une conduite interne équipée : d'un stabilisateur de flamme et de conduites d'amenée de combustible, le combustible pouvant être un liquide tel que de l'huile, un gaz, ou un solide pour permettre l'inflammation de l'air primaire de transport et de l'air secondaire.

30 Il existe un besoin de réaliser une inflammation plus rapide du brûleur à « chauffe direct » et du brûleur à « chauffe indirect », avec une concentration appropriée du combustible pulvérulent afin de réaliser une meilleure volatilisation du combustible pulvérulent et d'en faciliter son inflammation. Cette inflammation rapide du combustible pulvérulent ayant de

multiples avantages comme la réduction des oxydes d'azote par effet d'étagement de la combustion, l'amélioration de la combustion des combustibles alternatifs et l'amélioration du profil thermique dans le four

Dans ce contexte, la présente invention a pour but de proposer un  
5 brûleur pour four tournant permettant de réaliser une telle inflammation.

Le brûleur pour four rotatif, comporte :

- une conduite principale longitudinale où circule en entrée de l'air primaire de transport chargé de particules solides d'un combustible pulvérulent,
- un tube longitudinal disposé à l'intérieur de et concentriquement à la  
10 conduite principale, le tube longitudinal s'étendant jusqu'à proximité d'une extrémité de sortie de l'air primaire de transport du brûleur et permettant de réaliser un passage longitudinal extérieur disposé autour et concentriquement à un passage longitudinal intérieur.

A cette fin, le brûleur est remarquable en ce qu'il comporte, en amont  
15 du tube longitudinal intérieur par rapport à l'écoulement de l'air primaire de transport dans la conduite principale, des moyens de répartition des concentrations en particules solides de l'air primaire de transport différentes, dans le passage longitudinal extérieur et dans le passage longitudinal intérieur.

20 Avantageusement, les moyens de répartition sont agencés de façon à réaliser une concentration en particules solides de l'air primaire de transport plus grande dans le passage longitudinal intérieur que dans le passage longitudinal extérieur.

Les moyens de répartition comportent au moins un déflecteur des  
25 particules solides disposé sur le pourtour de la conduite principale pour dévier les particules solides préférentiellement vers le passage longitudinal intérieur.

Les moyens de répartition comportent plusieurs déflecteurs situés les  
30 uns à la suite des autres dans la conduite principale, le long de l'axe longitudinal de la conduite principale, et agencés de façon à augmenter la proportion de particules solides dans le passage longitudinal intérieur.

Les déflecteurs comprennent des anneaux de différentes tailles, fixés dans le brûleur de façon concentrique, l'anneau de plus petit diamètre étant situé en aval de l'anneau de plus grand diamètre, par rapport à l'écoulement de l'air primaire de transport dans la conduite principale.

5 Le brûleur comprend une conduite intérieure, disposée dans et concentriquement au tube longitudinal intérieur, le passage longitudinal intérieur est réalisé entre la conduite intérieure et le tube intérieur, et le passage longitudinal extérieur est réalisé entre le tube longitudinal intérieur et la conduite principale.

10 Les anneaux sont à surface intérieure tronconique convergente vers la conduite intérieure.

La conduite intérieure contient un stabilisateur de flamme, et des conduites d'amenée de combustible.

15 Le brûleur présente une pièce de guidage de l'écoulement d'air primaire de transport vers le passage longitudinal intérieur.

Un moyen de tourbillonnement de l'air primaire de transport est disposé dans le passage longitudinal extérieur.

20 Le moyen de tourbillonnement est fixé au tube longitudinal et en ce que le tube longitudinal et la conduite intérieure sont mobiles l'un par rapport à l'autre.

Il est ainsi possible de faire passer la même proportion de débit d'air dans le passage longitudinal intérieur et dans le passage longitudinal extérieur avec plus d'air tourbillonnant passant dans le moyen de tourbillonnement.

25 Il est également possible, en variante de réalisation, le réglage de la position du tube longitudinal et de la conduite intérieure pour changer la proportion d'air circulant dans les passages longitudinaux intérieur et extérieur.

30 La conduite intérieure comporte à l'extrémité de sortie de l'air primaire de transport une forme extérieure tronconique permet de réduire la section transversale du passage longitudinal intérieur.

Dans le mode de réalisation du four tournant à chauffe directe, l'air primaire de transport avec combustible pulvérulent représente 15% à 40% de l'air de combustion stœchiométrique.

5 Dans le mode de réalisation du four tournant à chauffe indirecte, l'air primaire de transport avec combustible pulvérulent représente 2% à 15% de l'air de combustion.

Dans ce mode de réalisation, le brûleur comprend au moins une canalisation extérieure et concentrique à la conduite principale et dans laquelle circule un écoulement axial d'air primaire.

10 En variante de réalisation, le brûleur comprend une première canalisation extérieure et concentrique à la conduite principale qui comporte un moyen de tourbillonnement de l'air primaire et une deuxième canalisation extérieure et concentrique à la première conduite extérieure.

15 L'invention concerne aussi un procédé utilisant le brûleur défini ci-avant pour réaliser une zone de combustion à faible concentration de combustible pulvérulent et une zone centrale à plus forte concentration.

Ce procédé comprend les étapes dans lesquels :

- on réalise un écoulement d'air primaire chargé de particules solides d'un combustible pulvérulent en entrée dans une conduite principale,
- 20 - on répartit des concentrations en particules solides de l'air primaire de transport différentes dans un passage longitudinal extérieur d'un tube intérieur et concentrique à la conduite principale et dans un passage longitudinal intérieur du tube intérieur.

25 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue en coupe longitudinale d'un brûleur pour four rotatif selon l'invention dit de « chauffe directe » ;
- la figure 2 représente une vue avant d'une buse du
- 30 brûleur selon la flèche F;
- la figure 3 représente une vue en coupe transversale de déflecteurs du brûleur selon l'invention ;

- les figures 4a et 4b illustrent une vue de détail en coupe longitudinale des déflecteurs du brûleur ;

- les figures 5a et 5b illustrent une vue de détail en coupe longitudinale de l'extrémité de la buse du brûleur ;

5 - les figures 6 et 7 illustrent un brûleur pour four rotatif dit de « chauffe indirecte ».

La présente description concerne un brûleur 1 pour four rotatif, comprenant une conduite principale 2 cylindrique transportant de l'air primaire de transport chargé de particules solides d'un combustible pulvérulent dans une partie longitudinale 2a axiale.

10 Les mots 'longitudinal' et 'axial' qualifient tout élément situé suivant un axe principal C-C de la conduite principale 2, le mot 'radial' tout élément situé suivant le rayon de la conduite principale 2 et le mot 'tourbillonnant' ou 'périphérique' tout élément situé selon le périmètre de la conduite principale

15 2.

L'air secondaire entoure la conduite principale 2 et n'est pas représenté ici.

Conformément à l'invention, dans l'intérieur de la conduite principale 2, est disposé un tube longitudinal 3 intérieur concentrique cylindrique dont l'extrémité aval s'étend à proximité d'une extrémité de sortie de l'air primaire de transport de la buse du brûleur 1.

20 Le tube longitudinal 3 intérieur permet de réaliser un passage longitudinal extérieur 3b (au tube) cylindrique disposé autour et concentriquement à un passage longitudinal intérieur 3a (au tube) cylindrique.

25 En variante de réalisation non représentée, plusieurs tubes longitudinaux peuvent être disposés concentriquement les uns dans les autres de façon à réaliser plus que deux passages longitudinaux cylindriques de l'air primaire de transport.

30 Le combustible pulvérulent peut être, par exemple du charbon, du coke de pétrole, de la lignite, de la poudre de bois ou tout type de combustible solide broyé finement.

L'air primaire de transport chargé des particules solides provient d'une conduite transversale 4a, 4b reliée par un piquage à la conduite principale 2.

Par souci de simplification et pour la suite de la description, les mots 'amont' et 'aval' qualifient les éléments disposés suivant le sens de l'écoulement de l'air primaire depuis la conduite transversale 4a, 4b jusqu'à l'extrémité de la buse.

La conduite transversale 4a présente un plus grand diamètre dans le cas du premier mode de réalisation du brûleur 1 pour four rotatif dit de « chauffe directe » que pour la conduite transversale 4b dans le cas du deuxième mode de réalisation du brûleur 1 pour four rotatif dit de « chauffe indirecte », en raison du plus grand débit d'air primaire de transport qui y passe.

Dans le cas du brûleur 1a pour four rotatif à « chauffe directe », l'air primaire de transport peut représenter 15% à 40% de l'air de combustion stœchiométrique et peut être à une température par exemple de 50 à 80°C.

L'air primaire de transport peut comporter entre 0.3 et 1 kg de combustible par Nm<sup>3</sup> d'air primaire.

Dans le cas du brûleur 1b pour four rotatif à « chauffe indirecte », l'air primaire de transport peut représenter 2% à 15% de l'air de combustion. Il peut présenter une quantité de combustible entre 2 à 7 kg de charbon Nm<sup>3</sup> d'air primaire de transport. L'air primaire sans combustible pulvérulent et qui correspond à de l'air frais, sort à très haute vitesse, par exemple à des vitesses supérieures à 200 m/s. Cet air primaire sans l'air de transport du combustible pulvérulent peut représenter par exemple de l'ordre de 5 à 20% de l'air de combustion stœchiométrique.

Conformément à l'invention et comme décrit sur les figures 1, 6 et 7, il est disposé dans la partie longitudinale 2a de la conduite principale 2 en amont du tube longitudinal 3 intérieur cylindrique, des moyens de répartition des concentrations en particules solides de l'air primaire de transport différentes dans le passage longitudinal extérieur 3b et dans le passage longitudinal intérieur 3a (ou entre le passage longitudinal extérieur 3b et le passage longitudinal intérieur 3a).

Ici, les moyens de répartition sont agencés de façon à réaliser une concentration plus grande en particules solides de l'air primaire de transport dans le passage longitudinal intérieur 3a et à l'extérieur et devant celui-ci (zone 23), que dans le passage longitudinal extérieur 3b et à l'extérieur et devant celui-ci (zone 22).

Avantageusement, les moyens de répartition comportent un ou plusieurs déflecteurs 5 de particules solides qui sont disposés sur l'ensemble du pourtour de la conduite principale 2 pour dévier les particules solides du combustible pulvérulent vers le passage longitudinal intérieur 3a, permettant de réaliser une concentration de particules solides plus importante dans le passage longitudinal intérieur 3a que dans le passage longitudinal extérieur 3b.

Les particules plus lourdes que l'air ont tendance à rebondir sur le ou les déflecteurs 5 et/ou à être déviées et déplacées vers le passage longitudinal intérieur du fait de leur inertie tandis que l'air primaire de transport aura tendance à être moins dévié vers le passage longitudinal intérieur que les particules de combustible, la vitesse de l'écoulement étant choisie pour éviter le dépôt des particules pour les faibles vitesses et l'abrasion des conduites pour les fortes vitesses.

Dans la réalisation préférée des deux modes de réalisation, une conduite intérieure 6 cylindrique, disposée dans et concentriquement au tube intérieur, permet de présenter un stabilisateur de flamme 7 à la sortie de la buse du brûleur 1, et des conduites d'amenée de combustible, comme illustré sur la figure 2.

Comme il est connu de l'art antérieur, le stabilisateur de flamme 7 comporte une plaque circulaire présentant des orifices de refroidissement et traversée par les conduites d'amenée de combustible.

La zone située en avant du stabilisateur de flamme 7 constitue une zone morte centrale qui se trouve à l'extérieur des courants de combustible et à l'intérieur de l'arrivée ou des arrivées d'air primaire sortant des ouvertures.

Un mélange de l'air de combustion primaire de transport et du combustible suffisant pour la formation d'une flamme, se produit à l'extérieur de cette zone centrale morte.

5 Parmi les conduites d'aménée de combustible à la buse de sortie du brûleur 1, une des conduites 8 ou 9 permet d'amener, un combustible dit de démarrage afin d'allumer en sécurité le brûleur 1, cette conduite constituant l'allumeur du brûleur 1, et les autres conduites 8 ou 9 permettent d'amener des combustibles alternatifs liquides ou solides.

10 Ici, sur l'ensemble des figures, du fait du positionnement du tube longitudinal intérieur 3 par rapport à la conduite intérieure 6, le passage longitudinal intérieur 3a est réalisé entre la conduite intérieure 6 et le tube intérieur et le passage longitudinal extérieur 3b est réalisé entre le tube intérieur et la conduite principale 2.

15 Le tube longitudinal intérieur 3 peut être réalisé déplaçable axialement par rapport à la conduite intérieure 6 et par rapport à la conduite principale 2.

La conduite intérieure 6 peut également être déplaçable axialement par rapport à la conduite principale 2 dans une variante de réalisation.

20 Elle comporte à son extrémité de sortie 10 de l'air primaire de transport, une forme géométrique permettant un rétrécissement de section transversale du passage longitudinal intérieur 3a, par exemple une paroi conique cylindrique 11 qui diverge vers l'extérieur suivie ici d'une paroi de sortie 12 droite.

25 La paroi de sortie 12 peut être inclinée. La paroi de sortie peut par exemple être le prolongement de la paroi conique cylindrique divergente, ce qui permet une meilleure progressivité dans le réglage de l'écoulement.

30 La conduite principale 2 comporte également une forme géométrique permettant un rétrécissement de section transversale du passage longitudinal intérieur 3a, par exemple sous la forme d'une paroi conique cylindrique 13 qui converge vers l'intérieur suivie d'une paroi de sortie droite 14.

La paroi de sortie 14 peut être inclinée. La paroi de sortie peut, par exemple, être le prolongement de la paroi conique cylindrique convergente, ce qui permet une meilleure progressivité dans le réglage de l'écoulement.

5 Plusieurs déflecteurs 5 sont situés axialement les uns à la suite des autres suivant l'axe principal C-C et agencés de façon à dévier les particules solides vers le passage longitudinal intérieur 3a.

Dans le mode de réalisation illustré sur les figures 1, 4a, 4b, 6 et 7, les déflecteurs 5 sont des anneaux de différentes tailles, fixés dans le brûleur 1 de façon concentrique, l'anneau de plus petit diamètre étant situé en aval de  
10 l'anneau de plus grand diamètre, par rapport à l'écoulement de l'air primaire de transport chargé dans la conduite principale 2.

Il est illustré ici quatre anneaux.

Les anneaux peuvent être fixés par des moyens de support illustrés sur la figure 3, sur une paroi intérieure de la conduite principale 2, comme  
15 illustré sur la figure 4a, et/ou sur une paroi extérieure de la conduite interne, comme illustré sur la figure 4b.

Ces moyens de support sont ici des armatures radiales 15 et des armatures longitudinales 16.

Les armatures longitudinales 16 fixent ensemble, entre eux, les  
20 déflecteurs 5, les uns derrière les autres le long de la conduite principale 2.

Les armatures radiales 15 fixent les déflecteurs 5 solidarisés ensemble par les armatures longitudinales 16, par exemple, au niveau du premier déflecteur 5a et du quatrième déflecteur 5b avec la conduite intérieure 6 et/ou la conduite principale 2.

25 Les déflecteurs 5 peuvent être fixés également ensemble sur le tube longitudinal intérieur 3.

En variante de réalisation non représentée, le ou les déflecteurs 5 peuvent être fixés un à un, à la conduite principale 2 ou à la conduite intérieure 6 ou au tube longitudinal intérieur 3.

30 Sur les deux modes de réalisation du brûleur 1 représentés sur l'ensemble des figures, les déflecteurs 5 sont des anneaux à surface longitudinale intérieure tronconique convergente vers la conduite intérieure 6.

Par exemple, à titre uniquement illustratif, ils peuvent présenter un angle de 5 à 45 degrés par rapport à l'axe principal C-C de la conduite principale 2.

5 En variante de réalisation, les déflecteurs 5 peuvent être des anneaux à surface extérieure longitudinale droite et à surface intérieure tronconique.

Le nombre de déflecteurs n'est pas limité à quatre et varie notamment en fonction de la vitesse de l'écoulement, de la distance du ou des déflecteurs 5 avec le tube longitudinal 3.

10 En variante de réalisation, un seul élément longitudinal tronconique, éventuellement perforé, orienté de façon à permettre de dévier les particules solides vers le passage longitudinal intérieur 3a est envisageable.

15 Un déflecteur à symétrie de révolution fixé à la conduite principale 2 à distance du tube longitudinal 3 avec une surface longitudinale tronconique amont convergente et une surface longitudinale tronconique aval divergente est également possible et permet de dévier les particules davantage vers le passage longitudinal intérieur que vers le passage longitudinal extérieur, tandis que l'air primaire peut se réorganiser entre le déflecteur et le tube longitudinal 3 pour s'écouler en quantité comparable dans le passage longitudinal intérieur 3a et le passage longitudinal extérieur 3b.

20 Une pièce de guidage 17 de l'écoulement d'air primaire de transport située en amont du déflecteur ou des déflecteurs 5, présente une forme géométrique qui permet de guider l'écoulement vers la paroi intérieure de la conduite principale 2, plus précisément vers le déflecteur d'entrée 5a, puis vers l'intérieur de la conduite principale 2, plus précisément vers les autres  
25 déflecteurs 5 de façon à guider l'écoulement de l'air transport vers le passage longitudinal intérieur 3a.

Par exemple, elle présente en coupe longitudinale une surface longitudinale tronconique amont divergente et une surface longitudinale tronconique aval convergente.

30 La surface longitudinale tronconique divergente permet de guider l'écoulement d'air primaire de transport vers le déflecteur d'entrée 5a.

La surface longitudinale tronconique convergente permet de guider l'écoulement d'air primaire de transport vers les autres déflecteurs 5 et le passage longitudinal intérieur 3a.

5 Cette pièce de guidage 17 est déplaçable axialement par des moyens connus de l'état de l'art.

De façon avantageuse, un moyen de tourbillonnement 18 de l'air primaire de transport est disposé fixé au tube intérieur, dans le passage longitudinal extérieur 3b, à proximité de la buse d'extrémité de sortie de l'air primaire de transport.

10 Ce moyen de tourbillonnement 18 permet de mettre en rotation l'air circulant autour de l'axe principal C du brûleur 1, dans le passage longitudinal extérieur 3b.

Le moyen de tourbillonnement 18 est ici sur les figures fixé au tube longitudinal intérieur 3.

15 Il est donc déplaçable axialement avec le déplacement du tube intérieur 3 mobile par rapport à la conduite intérieure 6, ce qui permet d'ajuster le débit d'air circulant dans le moyen de tourbillonnement 18, et de modifier la forme de la flamme en mettant plus ou moins d'air en rotation et ajuster ainsi, au mieux, la forme de la flamme au besoin du procédé.

20 Le moyen de tourbillonnement 18 présente des ailettes ou cloisons, inclinées ou non par rapport au rayon de la conduite principale 2, et non représentées ici.

25 La conduite intérieure 6 comporte à l'extrémité de la sortie de l'air primaire de transport une forme extérieure tronconique qui permet, lors du déplacement du seul tube 3, de modifier la section transversale du passage longitudinal intérieur 3a. Cette modification de section génère une perte de charge équivalente à celle générée par le déplacement des ailettes du moyen de tourbillonnement 18 dans la section transversale du passage longitudinal extérieur 3b. Cette caractéristique permet de faire varier le débit  
30 traversant les ailettes 18 et donc la quantité d'air mise en rotation et par conséquent la forme de flamme sans faire varier la proportion de débit circulant dans les passages longitudinaux intérieur et extérieur 3a, 3b.

En d'autres termes, le déplacement du seul tube 3 permet la variation du débit traversant les ailettes 18 sans modification de la proportion de débit circulant dans les passages longitudinaux intérieur et extérieur 3a, 3b, le débit d'air circulant dans tout le passage longitudinal extérieur 3b restant le même.

La forme géométrique de sortie de la conduite intérieure 6 au niveau de la buse permet ainsi d'augmenter les pertes de charge dans le passage longitudinal intérieur 3a pour compenser les pertes de charge dans le passage longitudinal extérieur 3b dues à la présence du moyen de tourbillonnement 18.

En position avancée du tube intérieur 3 sur lequel est fixé le moyen de tourbillonnement 18 par rapport à l'axe C-C, les pertes de charge sont compensées. L'écoulement de l'air primaire de transport avec une concentration plus faible de particules de combustible pulvérulent passe dans le moyen de tourbillonnement 18 et la forme géométrique de la conduite intérieure 6 est à l'intérieur de l'extrémité du tube.

En position reculée du tube intérieur sur lequel est fixé le moyen de tourbillonnement 18 par rapport à l'axe C-C, l'écoulement de l'air primaire de transport avec une concentration plus faible de particules de combustible pulvérulent évite le moyen de tourbillonnement 18 et la forme géométrique de la conduite intérieure 6 est à l'extérieur de l'extrémité du tube.

En variante de réalisation non représentée, la mobilité du tube longitudinal 3 sur lequel est fixé le moyen de tourbillonnement 18 et l'agencement du tube intérieur 3 et de la conduite intérieure 6 permettent le réglage de la proportion d'air circulant dans le passage longitudinal extérieur 3b et dans le passage longitudinal intérieur 3a. En d'autres termes, il est également possible de faire varier le débit d'air entre le passage longitudinal extérieur 3b et le passage longitudinal intérieur 3a, en déplaçant indépendamment le tube intérieur 3 et/ou la conduite intérieure 6 par rapport à la conduite principale 2.

Comme illustré sur la figure 6, le brûleur 1 dit de « chauffe indirecte » présente au moins une conduite cylindrique concentrique 19 extérieure à la conduite principale 2.

5 Dans cette conduite extérieure circule un écoulement d'air primaire longitudinal droit (ou axial) et/ou un écoulement d'air longitudinal tourbillonnant (périphérique ou radial).

De plus, dans la conduite interne, circule un écoulement d'air primaire axial et/ou un écoulement d'air longitudinal tourbillonnant.

10 Comme illustré sur la figure 7, le brûleur 1 à chauffe indirecte présente au moins deux conduites cylindriques 20 et 21, extérieures et concentriques à la conduite principale 2.

Dans la première conduite extérieure 20 circule un écoulement d'air primaire longitudinal tourbillonnant par un moyen de tourbillonnement.

15 Dans la deuxième conduite extérieure 21 circule un écoulement d'air primaire longitudinal droit.

De plus, dans la conduite intérieure 6, circule un écoulement d'air primaire longitudinal droit.

20 Pour les deux modes de réalisation de brûleur 1 à « chauffe directe » et de brûleur 1 à « chauffe indirecte », les particules du combustible pulvérulent sont déviées vers le passage longitudinal intérieur 3a.

Ce qui permet de réaliser un flux d'air primaire extérieur moins concentré en combustible pulvérulent qui va entourer le flux d'air primaire intérieur.

25 Ce flux d'air primaire extérieur moins concentré en combustible pulvérulent va brûler plus vite et permettre à son tour de brûler le flux d'air primaire intérieur plus concentré avec combustible pulvérulent

30 Ainsi, l'inflammation étagée permet de réaliser une combustion plus rapide avec l'air secondaire, produire plus d'espèces réductrices (HCN, NH<sub>3</sub>, HC...) en chauffant le combustible pulvérulent avant de le brûler et réduire ainsi la formation d'oxyde d'azote.

Le système d'ajustement des débits d'air entre les passages longitudinaux intérieur et extérieur 3a et 3b et la mise en rotation sur le

passage longitudinal extérieur 3b en sortie 10 du bruleur permet quant à lui l'ajustement de la forme de flamme.

## Revendications

1. Brûleur (1), comprenant une conduite principale (2) longitudinale où circule  
5 en entrée de l'air primaire de transport chargé de particules solides d'un  
combustible pulvérulent, caractérisé en ce qu'il comprend :
- un tube longitudinal (3) disposé à l'intérieur et concentriquement à la  
conduite principale (2), s'étendant jusqu'à proximité d'une extrémité (10) de  
10 de sortie de l'air primaire de transport de la conduite principale (2) et permettant  
de réaliser un passage longitudinal extérieur (3b) disposé autour et  
concentriquement à un passage longitudinal intérieur (3a),
  - et en ce qu'il comporte en amont du tube longitudinal (3), des moyens (5)  
de répartition des concentrations en particules solides de l'air primaire de  
transport différentes dans le passage longitudinal extérieur (3b) et dans le  
15 passage longitudinal intérieur (3a).
2. Brûleur (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de  
répartition (5) sont agencés de façon à réaliser une concentration en  
20 particules solides de l'air primaire de transport plus grande dans le passage  
longitudinal intérieur (3a) que dans le passage longitudinal extérieur (3b).
3. Brûleur (1) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les  
moyens de répartition (5) comportent au moins un déflecteur (5a) des  
25 particules solides disposé sur le pourtour de la conduite principale (2) pour  
dévier les particules solides préférentiellement vers le passage longitudinal  
intérieur (3a).
4. Brûleur (1) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les  
30 moyens de répartition comportent plusieurs déflecteurs (5) situés les uns à la  
suite des autres dans la conduite principale (2), le long de l'axe longitudinal

de la conduite principale (2), et agencés de façon à augmenter la proportion de particules solides dans le passage longitudinal intérieur (3a).

- 5 5. Brûleur (1) selon la revendication 4, caractérisé en ce que les déflecteurs (5) comprennent des anneaux de différentes tailles, fixés dans le brûleur (1) de façon concentrique, l'anneau de plus petit diamètre (5b) étant situé en aval de l'anneau de plus grand diamètre (5a), par rapport à l'écoulement de l'air primaire de transport dans la conduite principale (2).
- 10 6. Brûleur (1) selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant une conduite intérieure (6), disposée dans et concentriquement au tube longitudinal (3) intérieur, caractérisé en ce que le passage longitudinal intérieur (3a) est réalisé entre la conduite intérieure (6) et le tube intérieur, et le passage longitudinal extérieur (3b) est réalisé entre le tube longitudinal (3) intérieur et  
15 la conduite principale (2).
7. Brûleur (1) selon la revendication 6, caractérisé en ce que les anneaux sont à surface intérieure tronconique convergente vers la conduite intérieure (6).  
20
8. Brûleur (1) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la conduite intérieure (6) contient un stabilisateur de flamme (7), et des conduites d'amenée de combustible (8, 9).
- 25 9. Brûleur (1) selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il présente une pièce de guidage mobile (17) de l'écoulement d'air primaire de transport vers le passage longitudinal intérieur (3a).
- 30 10. Brûleur (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'un moyen de tourbillonnement (18) de l'air primaire de transport est disposé dans le passage longitudinal extérieur (3b).

11. Brûleur (1) selon revendication 10, caractérisé en ce que le moyen de tourbillonnement (18) est fixé au tube longitudinal (3), et en ce que le tube longitudinal (3) et la conduite intérieure (6) sont mobiles l'un par rapport à l'autre.

5

12. Brûleur (1) selon l'une quelconque des revendications 6 à 11 caractérisé en ce que la conduite intérieure (6) comporte à l'extrémité de sortie de l'air primaire de transport une forme extérieure tronconique permet de réduire la section transversale du passage longitudinal intérieur (3a).

10

13. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'air primaire de transport avec combustible pulvérulent représente 15% à 40% de l'air de combustion stœchiométrique.

15

14. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'air primaire de transport avec combustible pulvérulent représente 2% à 15% de l'air de combustion.

20

15. Brûleur selon la revendication 14, caractérisé en ce que le brûleur comprend au moins une canalisation (19) extérieure et concentrique à la conduite principale et dans laquelle circule un écoulement axial d'air primaire.

25

16. Brûleur selon la revendication 14, caractérisé en ce que le brûleur comprend une première canalisation (20) extérieure et concentrique à la conduite principale qui comporte un moyen de tourbillonnement de l'air primaire et une deuxième canalisation (21) extérieure et concentrique à la première conduite extérieure.

30

17. Procédé de combustion consistant à créer à l'extrémité d'un brûleur suivant l'une des revendications 1 à 16, une zone de combustion (22) à faible concentration de combustible pulvérulent et une zone centrale (23) à plus forte concentration.

18. Procédé de combustion selon revendication 17, dans lequel :

- on réalise un écoulement d'air primaire chargé de particules solides d'un combustible pulvérulent en entrée dans une conduite principale (2)
- 5 - on répartit des concentrations en particules solides différentes dans un passage longitudinal extérieur (3b) à un tube intérieur (3) et concentrique à la conduite principale (2) et dans un passage longitudinal intérieur (3a) du tube intérieur (3).

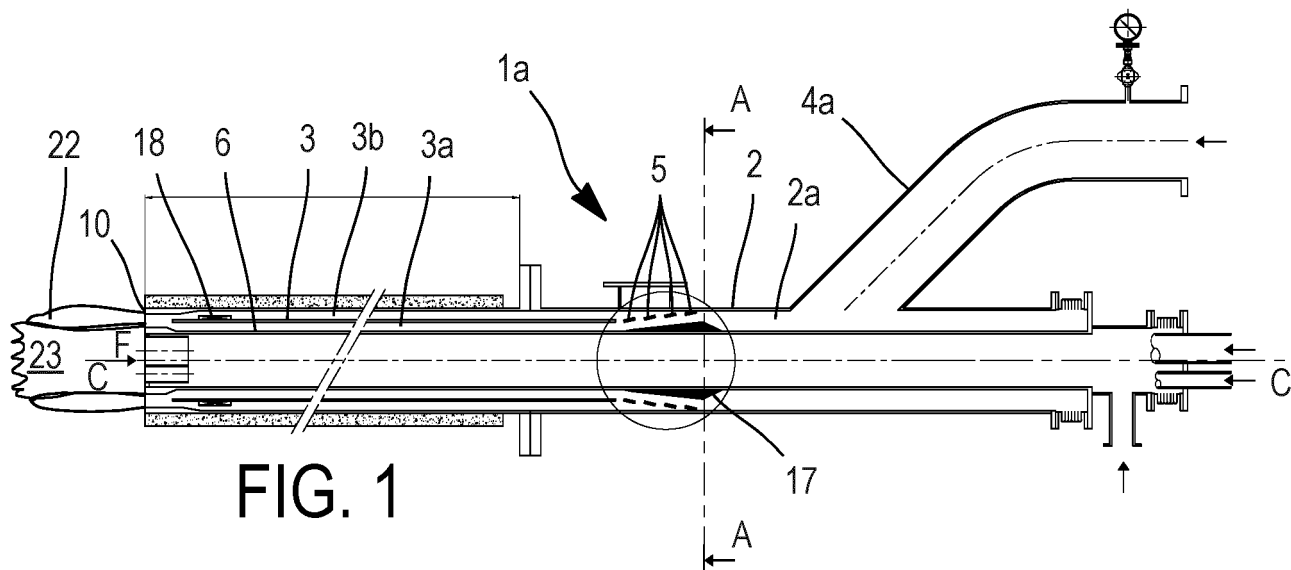


FIG. 1

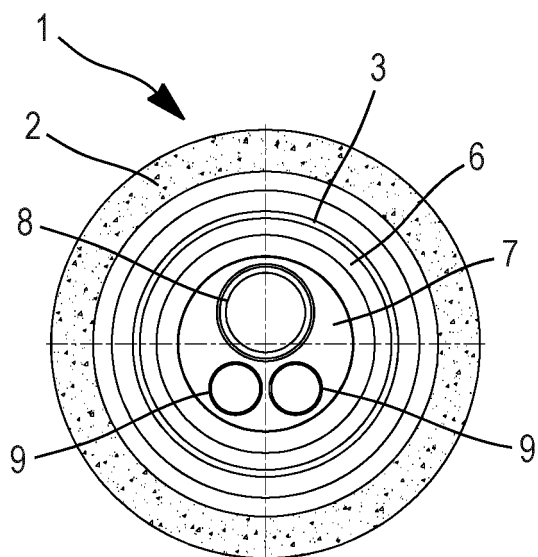


FIG. 2

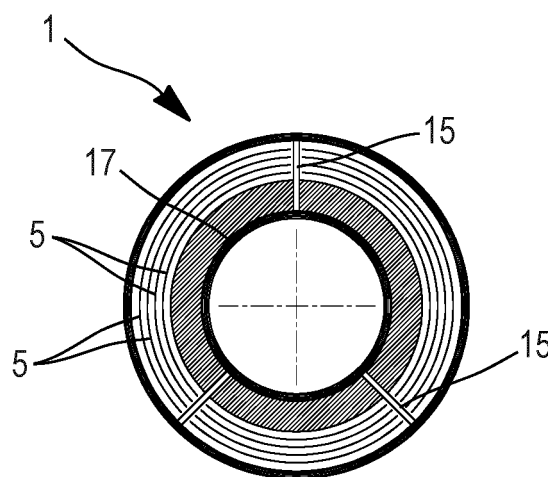


FIG. 3

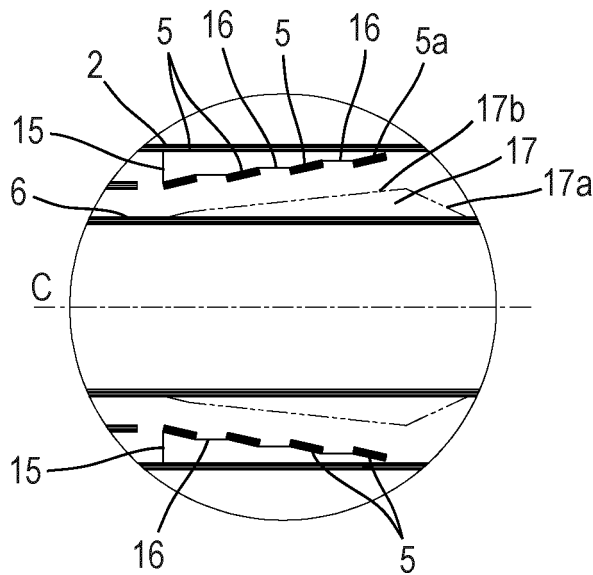


FIG. 4a

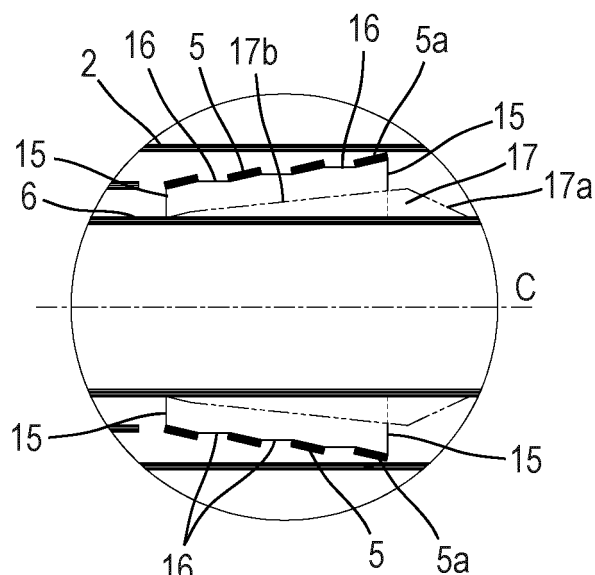


FIG. 4b

2 / 2

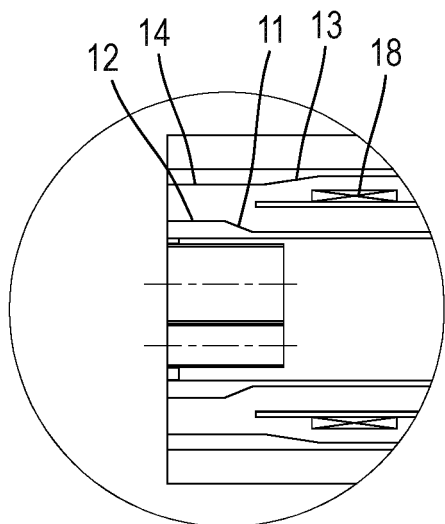


FIG. 5a

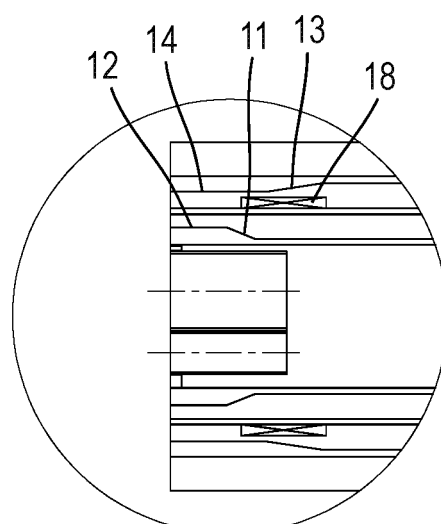


FIG. 5b

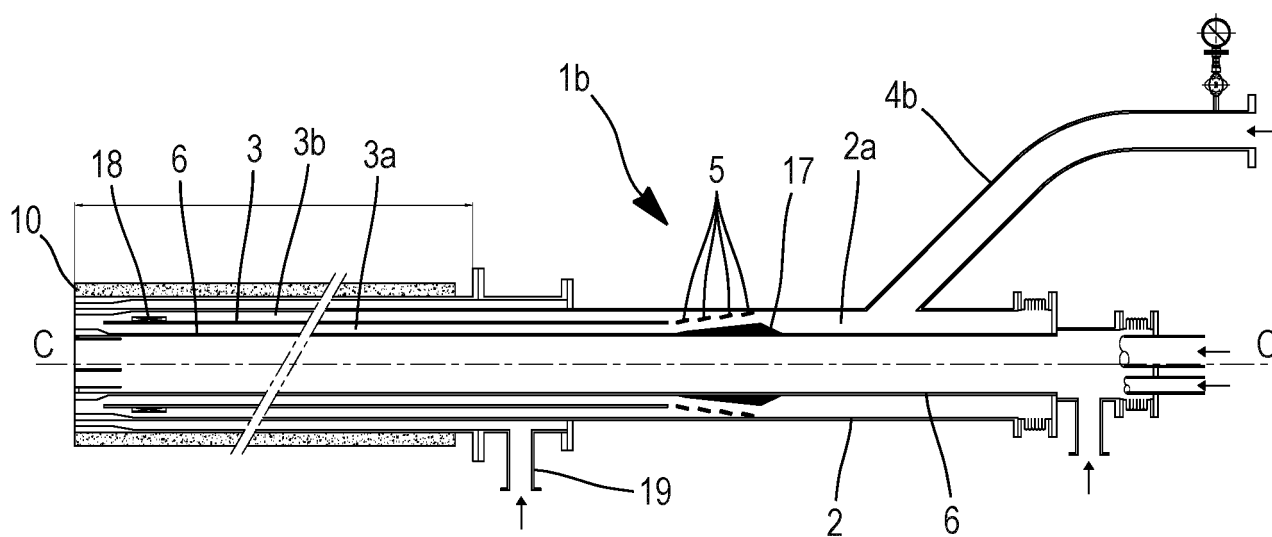


FIG. 6

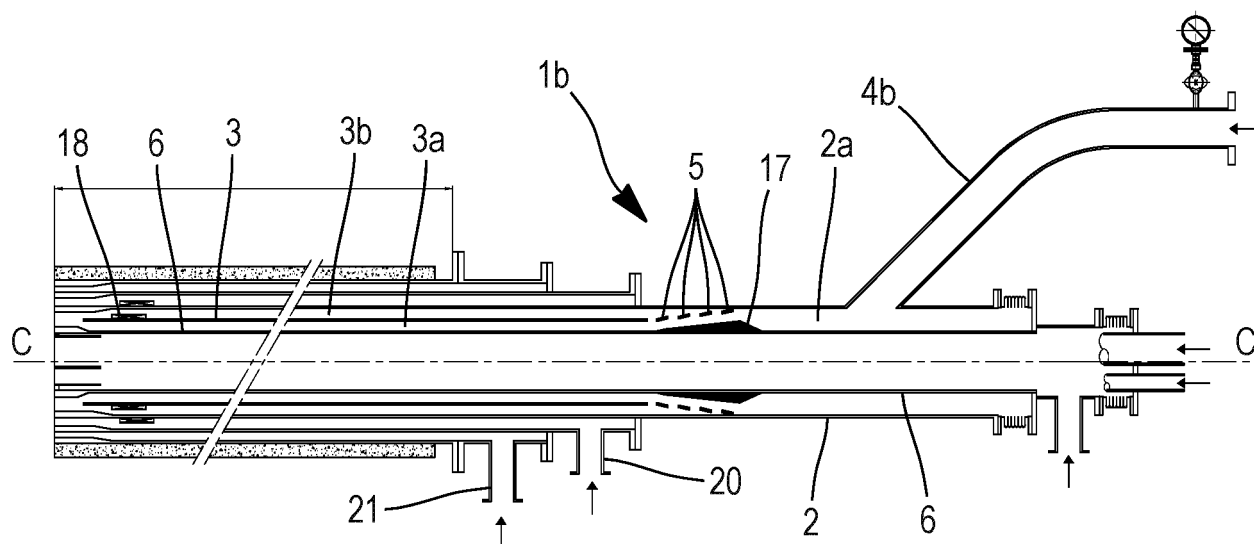


FIG. 7



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 776032  
FR 1261626

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 090 339 A (OKIURA KUNIO [JP] ET AL) 25 février 1992 (1992-02-25) * colonne 7, ligne 12 - ligne 35 * * colonne 7, ligne 59 - colonne 8, ligne 4 * * figures 12,13,15 *	1-9,11, 12,14-18	F23D1/00 F23M9/02
X	US 5 685 242 A (NARATO KIYOSHI [JP] ET AL) 11 novembre 1997 (1997-11-11) * colonne 3, ligne 7 - colonne 4, ligne 34 * * colonne 10, ligne 12 - ligne 55 * * figures 1,2,12,13 *	1-3,6, 10,13, 15-18	
X	US 6 116 171 A (OOTA HIDEAKI [JP] ET AL) 12 septembre 2000 (2000-09-12) * colonne 9, ligne 49 - colonne 11, ligne 30 * * figure 6 *	1,6,9, 10,15,16	
X	FR 2 773 388 A1 (GEC ALSTHOM STEIN IND [FR]) 9 juillet 1999 (1999-07-09) * page 7, ligne 10 - ligne 30 * * figures 1,4 *	1,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F23D
A	US 4 611 543 A (COLLETTE ROBERT J [US]) 16 septembre 1986 (1986-09-16) * colonne 1, ligne 57 - colonne 2, ligne 42 * * figures 1-3 *	1,17	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 juin 2013		Gavriliu, Costin	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1261626 FA 776032**

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 20-06-2013

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 5090339	A	25-02-1992	AT 132242 T	15-01-1996
			AU 616122 B2	17-10-1991
			AU 5892390 A	28-02-1991
			CA 2021298 A1	18-01-1991
			DE 69024419 D1	08-02-1996
			DE 69024419 T2	11-07-1996
			DK 0409102 T3	29-01-1996
			EP 0409102 A2	23-01-1991
			ES 2081322 T3	01-03-1996
			JP 2776572 B2	16-07-1998
			JP H0350408 A	05-03-1991
			NO 903173 A	18-01-1991
			US 5090339 A	25-02-1992
			-----	
US 5685242	A	11-11-1997	CN 1125308 A	26-06-1996
			EP 0672863 A2	20-09-1995
			FI 951253 A	19-09-1995
			JP H07260106 A	13-10-1995
			PL 307736 A1	02-10-1995
			US 5685242 A	11-11-1997
-----				
US 6116171	A	12-09-2000	AT 206194 T	15-10-2001
			CA 2162244 A1	15-05-1996
			CZ 293962 B6	18-08-2004
			CZ 9503000 A3	15-05-1996
			DE 69522895 D1	31-10-2001
			DE 69522895 T2	11-04-2002
			DK 711952 T3	21-01-2002
			EP 0711952 A2	15-05-1996
			ES 2163468 T3	01-02-2002
			FI 955462 A	15-05-1996
			HU 220145 B	28-11-2001
			NO 954561 A	15-05-1996
			PL 311363 A1	27-05-1996
			PT 711952 E	28-03-2002
			US 6116171 A	12-09-2000
-----				
FR 2773388	A1	09-07-1999	AUCUN	
-----				
US 4611543	A	16-09-1986	CA 1192238 A1	20-08-1985
			JP S58110908 A	01-07-1983
			US 4611543 A	16-09-1986
-----				