



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **95400603.7**

(51) Int. Cl.⁶ : **F23D 14/24, F23C 9/00**

(22) Date de dépôt : **20.03.95**

(30) Priorité : **24.03.94 FR 9403633**

(43) Date de publication de la demande :
27.09.95 Bulletin 95/39

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU NL PT SE

(71) Demandeur : **SOLLAC**
Immeuble "La Pacific",
La Défense 7,
11/13, Cours Valmy
F-92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeur : **Usai, Alain**
29, Avenue des Roches
F-13007 Marseille (FR)
Inventeur : **Silvestrini, Serge**
La Moulin de France
Allée Degas SA2, F-13500 Martigues (FR)
Inventeur : **Dieuloufet, Jean-Claude**
19, rue Honoré Daumier
F-13000 Raphèle-les-Arles (FR)
Inventeur : **Domini, Philippe**
Route de Chateauneuf
F-13100 Beaurecueil (FR)

(74) Mandataire : **Ventavoli, Roger**
TECHMETAL PROMOTION
Immeuble Pacific
11-13, cours Valmy
La Défense 7 - TSA 10001
F-92070 PARIS LA DEFENSE CEDEX (FR)

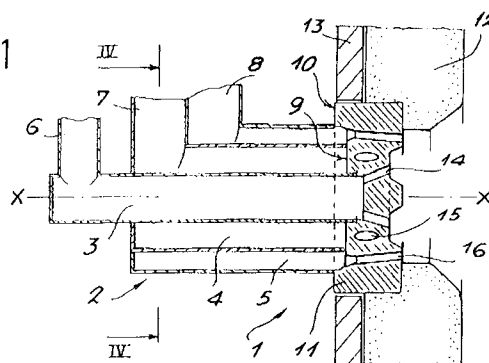
(54) **Brûleurs à gaz pour fours industriels.**

(57) Le brûleur à gaz comporte un nez (10) présentant une première série d'orifices (14) pour le passage du gaz, une seconde série d'orifices (15), et une troisième série d'orifices (16) pour le passage de l'air.

Les orifices (14) de la première série sont inclinés par rapport à la direction axiale (X) du nez du brûleur et divergent vers l'extérieur du brûleur, pour créer un flux de gaz divergent, et les orifices (15) de la seconde série sont orientés en hélice pour créer un flux d'air tourbillonnant qui intersecte le flux de gaz.

L'invention s'applique notamment aux brûleurs à forte puissance pour fours industriels, tels que des fours de réchauffage de produits sidérurgiques.

FIG. 1



L'invention concerne un brûleur à gaz, du type utilisé dans des fours industriels, par exemple dans des fours de réchauffage de produits sidérurgiques, tels que des fours à brames, ou des fours de traitements thermiques, etc...

Ces brûleurs sont des brûleurs de forte puissance, de l'ordre de 1000 à 6000 thermies ou plus, alimentés en particulier en gaz sidérurgique (gaz mixte, gaz de fours à coke...) sous faible pression (< 1 bar).

On connaît déjà différents brûleurs de ce type, qui comportent de manière générale plusieurs canaux concentriques d'alimentation en gaz combustibles et en air, débouchant au niveau du nez du brûleur, en aval duquel se produit la combustion. Par exemple, on connaît des brûleurs comportant un canal central d'alimentation en gaz combustible, entouré par deux canaux annulaires concentriques d'alimentation en air. On connaît également d'autres brûleurs, étudiés pour améliorer le mélange des gaz combustible et comburant, et donc la combustion, dans lesquels le gaz combustible arrive au nez du brûleur par un canal annulaire situé entre un canal central et un canal annulaire périphérique, ces deux canaux servant à l'alimentation en air comburant.

Mais les brûleurs industriels actuels produisent par combustion des gaz ayant des teneurs élevées en oxyde d'azote NOx, notamment supérieures à 300 ppm pour une teneur en oxygène de l'ordre de 2 % dans les fumées, ce qui est un inconvénient dans la plupart des fours, ainsi que pour l'environnement, ces oxydes d'azote étant rejetés dans l'atmosphère avec les fumées du four.

Pour réduire la teneur en oxyde d'azote des gaz de combustion, il est connu de procéder à des combustions étagées ou des combustions dégradées, mais ceci se fait au détriment du rendement de combustion, et donc du coût du réchauffage des produits.

L'invention a donc pour but de réduire le taux d'oxyde d'azote dans les gaz de combustion, tout en assurant une bonne combustion et une bonne structure de flamme, et ceci malgré les variations de puissance qui peuvent être nécessaires lors de la mise en oeuvre des brûleurs.

Avec ces objectifs en vue, l'invention a pour objet un brûleur à gaz, en particulier gaz sidérurgique, à forte puissance comportant un canal central d'alimentation en gaz combustible et deux canaux annulaires concentriques d'alimentation en air, et un nez de brûleur comportant :

- une première série d'orifices pour le passage du gaz, disposés en cercle et en communication avec le canal central,
- une seconde série d'orifices pour le passage d'air, disposés en cercle autour des orifices de passage de gaz, et en communication avec un premier des deux canaux annulaires,
- et une troisième série d'orifices pour le passa-

ge d'air, disposés en cercle et en communication avec un deuxième des deux canaux annulaires, situé à la périphérie, caractérisé en ce que les orifices de la première série sont inclinés par rapport à la direction axiale du nez du brûleur et divergent vers l'extérieur du brûleur, pour créer un flux de gaz divergent, et les orifices de la seconde série sont orientés en hélice pour créer un flux d'air tourbillonnant qui intersecte le flux de gaz.

Grâce à l'invention, la combinaison du flux divergent de gaz de combustion et du flux tourbillonnaire d'air de combustion conduit, lors de la rencontre de ces deux flux à proximité du nez du brûleur, à un fort brassage du gaz et de l'air, et donc à une homogénéisation du mélange et à une amélioration de la combustion.

Par ailleurs, les jets de gaz issus des orifices de sortie de gaz et dirigés vers l'extérieur, tendent à élargir la flamme en lui donnant une forme évasée, en forme de coupe de faible épaisseur, la zone à haute température de la flamme étant constituée seulement par la paroi de cette coupe. Il en résulte que le temps de séjour des produits de combustion dans cette zone à haute température est réduit, par rapport à une flamme plus concentrée qui définit une zone à haute température sous forme d'un volume plein sensiblement cylindrique, dans lequel les produits de combustion séjournent plus longtemps.

Du fait de cette durée de séjour réduite à haute température, la formation d'oxyde d'azote, qui est favorisée par les hautes températures et le temps de séjour, est elle-même réduite.

Selon une disposition préférentielle, le nez du brûleur comporte, au centre de la première série d'orifices de passage du gaz, une partie en protubérance, vers l'extérieur du brûleur, par rapport à la surface frontale sensiblement plane, perpendiculaire à l'axe du brûleur, où débouchent les dites première et deuxième séries d'orifices. Cette partie en protubérance évite que se produise, à proximité directe des orifices de gaz, une recirculation des produits de combustion qui perturberait la sortie du gaz. Par contre, elle favorise cette recirculation à une plus grande distance du nez du brûleur, ce qui tend à faire sortir rapidement les produits de combustion de la zone à haute température, et donc à réduire encore plus la quantité d'oxydes d'azote formés.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui va être faite d'un brûleur de forte puissance conforme à l'invention, pour un four de réchauffage de brames en acier.

On se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale du brûleur à gaz, implanté sur la paroi latérale du four de réchauffage,
- la figure 2 est une vue en coupe à échelle

agrandie, du nez du brûleur,

- la figure 3 est une demi vue frontale du nez du brûleur,
- la figure 4 est une vue en coupe selon la ligne IV-IV de la figure 1.

Le brûleur 1 comporte un caisson 2 d'alimentation en gaz combustible et en air, formé d'un canal central 3 d'amenée du gaz, orienté selon la direction axiale X du brûleur, entouré d'un premier canal annulaire 4 d'amenée d'air, et d'un deuxième canal annulaire 5 périphérique également alimenté en air. Ces trois canaux coaxiaux sont alimentés respectivement en gaz et en air par des conduits d'alimentation respectifs 6, 7, 8.

Le brûleur 1 comporte également un nez 10, encore appelé diffuseur, généralement réalisé en un matériau céramique. Le nez 10 est constitué d'une plaque 11 épaisse qui recouvre les extrémités axiales des différents canaux en assurant l'étanchéité entre ceux-ci, et qui est insérée dans un logement aménagé dans le revêtement interne du four 12, en y étant maintenue par des moyens de fixation, non représentés, sur la paroi 13 du four.

La plaque 11 est traversée par une pluralité d'orifices de sortie du gaz et de l'air :

- une première série d'orifices 14, répartis sur un cercle C1 débouchent du côté de la face arrière 9 de la plaque 11 dans le canal 3 d'alimentation en gaz,
- une seconde série d'orifices 15, répartis sur un cercle C2, débouchent de même dans le canal annulaire 4, et
- une troisième série d'orifices 16, répartis sur un cercle C3, débouchent dans le canal périphérique 5.

La face amont du nez du brûleur comporte une surface frontale 17 plane dans laquelle débouchent les orifices 14 de passage de gaz et les orifices 15, et une partie annulaire périphérique, 18 proéminente par rapport à la dite surface frontale, à la surface de laquelle débouchent les orifices 16.

Les orifices 14 de passage de gaz sont inclinés par rapport à la direction axiale X du brûleur, en formant avec celle-ci un angle α compris entre 15 et 25°.

Les orifices 15 de passage d'air sont réalisés de manière que l'axe de chaque orifice soit situé dans un plan parallèle à la direction axiale du brûleur et tangent au cercle C2, et incliné dans ce plan, d'un angle β de 15 à 25° par rapport à la dite direction axiale (voir figure 2). Les orifices 15 sont donc orientés en hélice, de manière que le flux d'air qui s'en échappe ait un mouvement de rotation autour de l'axe X du brûleur. Les orifices 16 sont inclinés d'un angle γ compris entre 0° et 10° par rapport à l'axe et de préférence d'environ 5°. Un angle trop accentué conduit en effet à un raccourcissement de la flamme tel que, dans certains cas, des éléments ou des organes du four proches du brûleur peuvent subir une élévation trop forte de tem-

pérature.

Le nez du brûleur comporte, dans sa partie centrale, entre les orifices 14, une partie tronconique 19 en protubérance par rapport à la surface frontale 17, le tronc de cône ayant sa grande base au niveau de cette surface frontale. Entre la partie tronconique 19 et la partie proéminente 18 est ainsi formée une rainure annulaire 20 de section trapézoïdale, dans laquelle débouchent les orifices 14 de passage de gaz et les orifices 15 de la première série d'orifices de passage d'air.

Préférentiellement, les orifices 14 de passage de gaz débouchent à la surface frontale 17 dans une position angulaire intermédiaire entre les débouchés de deux orifices 15 de passage d'air adjacent (figure 3). Ainsi, le flux d'air tourbillonnant issu des orifices 15 intersecte le flux de gaz issu des orifices 14 à proximité directe de la surface frontale 17, créant ainsi un fort brassage du gaz et de l'air, et donc un mélange homogène assurant une très bonne combustion.

De plus, l'inclinaison des orifices 14 de passage du gaz a pour effet que le mélange air-gaz tend à former un rideau en forme de coupe évasée, dans lequel la température due à la combustion est maximale. Par contre, la zone centrale de cette coupe, dans l'axe du brûleur, est relativement dégagée et permet en aval du brûleur une recirculation des produits de combustion qui peuvent ainsi quitter rapidement la zone la plus chaude, ce qui, comme indiqué précédemment, est favorable pour la diminution du taux d'oxyde d'azote formé.

Les orifices 16 de passage d'air périphérique comportent, du côté du canal d'alimentation, un chanfrein conique 21, d'angle au sommet voisin de 30°, qui élargit l'entrée de ces orifices et a pour effet de réduire les pertes de charges dans le circuit formé par le canal périphérique 5 et les dits orifices, et donc d'augmenter, à pression constante, la vitesse de sortie de l'air.

Il est à noter que la répartition des débits d'air dans les canaux annulaire 4 et périphérique 5 permet d'ajuster la longueur de la flamme en fonction des besoins. En effet, pour un débit d'air total donné, par exemple 3900 Nm³/h, dans le cas d'un brûleur fournissant 3500 thermies/heure, si ce débit est réparti entre les deux canaux 4 et 5 et donc entre les deux séries d'orifices 15 et 16, par exemple 1900 Nm³/h pour l'air périphérique (passant par des orifices 16) et 2000 Nm³/h pour l'air central (passant par les orifices 15) les vitesses en sortie de ces orifices sont sensiblement égales, de l'ordre de 95 m/s. Dans ces conditions, la combustion s'amorcera, comme indiqué précédemment, à proximité directe du nez 10, et l'on obtiendra une flamme courte.

Par contre, si tout ce débit est envoyé dans le canal périphérique et donc dans les orifices 16, la vitesse de l'air éjecté par ces orifices va être importante, par exemple de 170 m/s. Cette grande vitesse permet

d'entraîner des produits de combustion ambiants (plus froids) et de créer ainsi une recirculation naturelle sur la périphérie de la flamme, ce qui permet de limiter la production de NOx. Dans ces conditions, d'une part la combustion se produira à plus grande distance du nez du brûleur, du fait que le gaz ne rencontrera l'air périphérique que relativement loin du brûleur, et d'autre part, elle se poursuivra loin du brûleur, du fait de la vitesse élevée de l'air, en formant ainsi une flamme longue.

Bien évidemment, une flamme de longueur intermédiaire pourra être obtenue en adaptant correctement le rapport des débits d'air entre air central et air périphérique. Préférentiellement, le débit d'air central sera toutefois limité à 50 % au plus du débit d'air total pour éviter une flamme trop courte dont le point chaud se situerait trop près de la paroi du four ou des longerons de support des brames.

Quelle que soit la longueur de flamme ou le régime thermique du brûleur, l'invention permet d'obtenir une très bonne combustion et une faible teneur en oxyde d'azote des produits de combustion.

Pour réduire au maximum les pertes de charges dans les circuits d'alimentation en air, il est prévu d'amener l'air dans les canaux 4 et 5 selon une direction tangentielle. A cette fin, les conduits d'alimentation 7 et 8 sont réalisés de manière à déboucher tangentiellement dans les dits canaux, ainsi que représenté sur la figure 4.

De la sorte, les écoulements d'air sont améliorés, notamment par rapport aux dispositions classiques où l'air arrive dans les canaux selon une direction radiale et frappe les parois situées face à la conduite d'arrivée avant de se répartir dans les canaux. De plus, en ce qui concerne le conduit 7 d'alimentation en air central, le côté d'arrivée est déterminé de manière à provoquer une rotation de l'air dans le canal 4 dans le même sens que la rotation induite par l'inclinaison des orifices 15 du nez du brûleur.

Il va de soi que l'invention ne se limite pas aux exemples décrits, mais peut présenter de multiples variantes ou équivalents dans la mesure où sont respectées les caractéristiques énoncées dans les revendications jointes.

Par exemple, si on le souhaite, il est possible de réduire plus encore le taux d'oxyde d'azote dans les fumées de combustion en prévoyant des moyens pour injecter dans l'air comburant des gaz de combustion, notamment par recirculation partielle des fumées produites par le brûleur lui-même après filtration pour diminuer les éventuels résidus solides en suspension.

Revendications

1. Brûleur à gaz à forte puissance, notamment pour fours industriels, comportant un canal central (3)

d'alimentation en gaz combustible et deux canaux (4, 5) annulaires concentriques d'alimentation en air, et un nez (10) de brûleur comportant :

- une première série d'orifices (14) pour le passage du gaz, disposés en cercle et en communication avec le canal central (3),
- une seconde série d'orifices (15) pour le passage d'air, disposés en cercle autour des orifices de passage de gaz, et en communication avec un premier (4) des deux canaux annulaires,
- et une troisième série d'orifices (16) pour le passage d'air, disposés en cercle et en communication avec un deuxième (5) des deux canaux annulaires, situé à la périphérie, caractérisé en ce que les orifices (14) de la première série sont inclinés par rapport à la direction axiale (X) du nez du brûleur et divergent vers l'extérieur du brûleur, pour créer un flux de gaz divergent, et les orifices (15) de la seconde série sont orientés en hélice pour créer un flux d'air tourbillonnant qui intersecte le flux de gaz.

2. Brûleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'angle (α) d'inclinaison des orifices (14) de passage de gaz par rapport à l'axe du brûleur est compris entre 15 et 25°.

3. Brûleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'angle (β) d'inclinaison des orifices (15) de passage d'air de la deuxième série d'orifices par rapport à la direction axiale du brûleur est compris entre 15 et 25°.

4. Brûleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'angle (γ) d'inclinaison des orifices (16) de passage d'air de la troisième série d'orifices par rapport à la direction axiale du brûleur est compris entre 0 et 10°.

5. Brûleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le nez (10) du brûleur comporte, au centre de la première série d'orifices (14) de passage du gaz, une partie (19) en protubérance, vers l'extérieur du brûleur, par rapport à une surface frontale (17) du nez, sensiblement plane, perpendiculaire à l'axe du brûleur, où débouchent les dites première et deuxième série d'orifices.

6. Brûleur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la dite partie (19) en protubérance est sensiblement en forme de tronc de cône, dont la grande base est située au niveau de la dite surface frontale (17).

7. Brûleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que, considérée dans une surface frontale

(17) du nez, sensiblement plane, perpendiculaire à l'axe du brûleur, où débouchent les dites première et deuxième séries d'orifices, la position angulaire de chaque orifice (14) de passage de gaz est intermédiaire entre les positions angulaires respectives des sorties de deux orifices adjacents de la seconde série d'orifices (15).

5

8. Brûleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les orifices (16) de la troisième série d'orifices comportent, à leurs extrémités dirigées vers le canal périphérique (5), un chanfrein conique (21).

10

9. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des conduits (7, 8) d'alimentation en air qui débouchent tangentiellement dans les canaux annulaires (4, 5).

15

20

10. Brûleur selon la revendication 9, caractérisé en ce que le conduit (7) d'alimentation du premier canal (4) débouche dans le dit canal selon une direction telle que la rotation de l'air provoquée par son arrivée tangentielle dans le canal soit de même sens que la rotation induite par l'orientation en hélice des dits orifices (15) de la seconde série.

25

11. Brûleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que des moyens sont prévus pour injecter dans l'air comburant des gaz de combustion.

30

12. Brûleur selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il est équipé de moyens de recirculation partielle des fumées de combustion dans l'air comburant.

35

40

45

50

55

FIG. 1

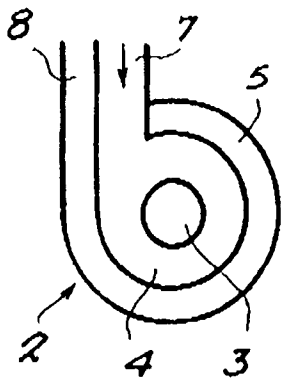
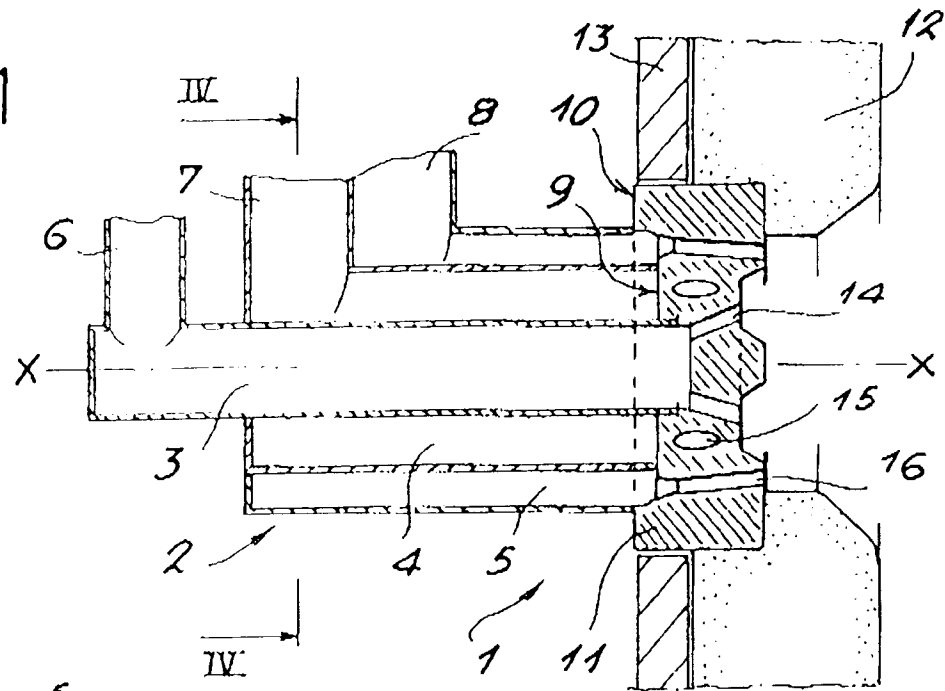


FIG. 4

FIG. 2

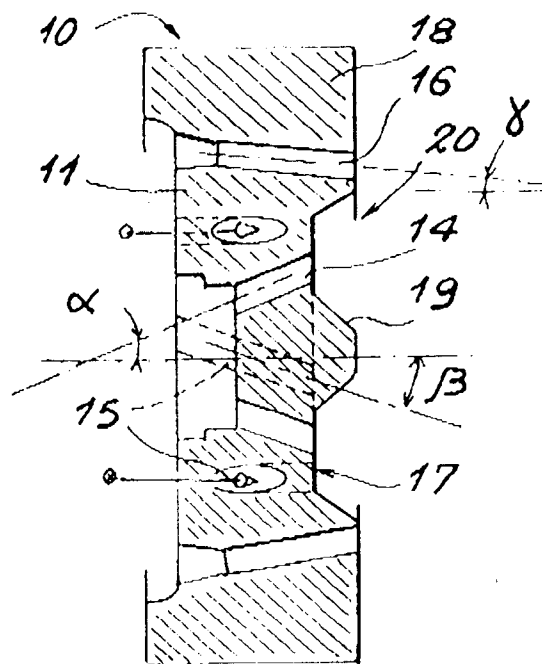
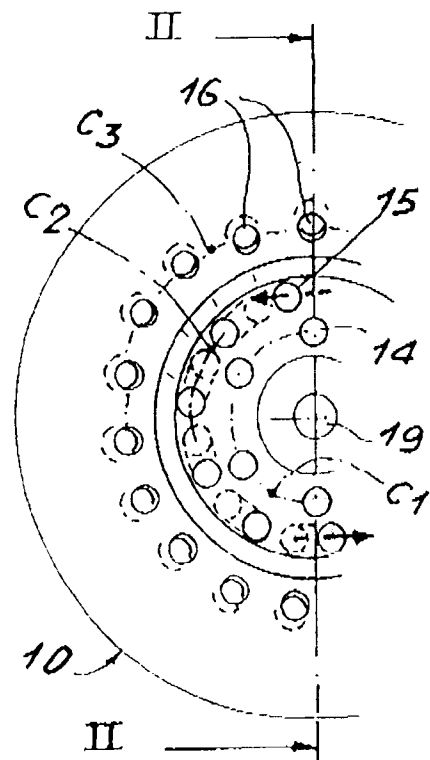


FIG. 3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 0603

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	EP-A-0 347 956 (T.T.C. TERMO TECNICA CERAMICA) * colonne 3, ligne 25 - colonne 4, ligne 39; figures 2-4 *	1,5-7	F23D14/24 F23C9/00
A	US-A-4 728 284 (COPPIN) * colonne 5, ligne 18 - colonne 5, ligne 64 * * colonne 6, ligne 36 - colonne 6, ligne 68 * * figures 1-4 *	1,4	
A	US-A-3 209 811 (STRANG) * colonne 2, ligne 15 - colonne 2, ligne 31; figures 2,3 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) F23D F23C F23M
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 Juin 1995	Examineur Phoa, Y
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 (P04C02)