

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 86402830.3

(51) Int. Cl.4: **F22B 31/00**

(22) Date de dépôt: 16.12.86

(30) Priorité: 18.12.85 FR 8518764

(43) Date de publication de la demande:  
16.09.87 Bulletin 87/38

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

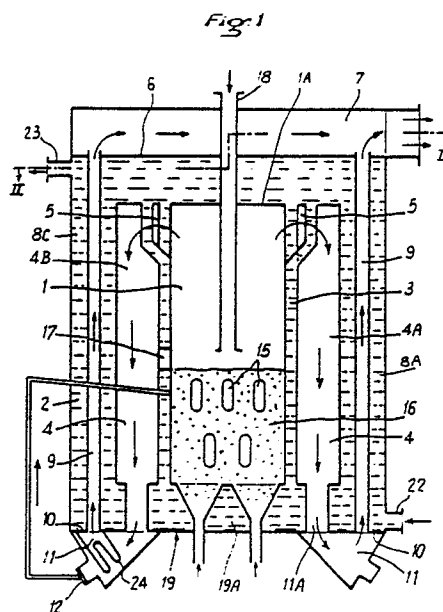
(71) Demandeur: **CHARBONNAGES DE FRANCE,**  
**Etablissement public dite:**  
**Tour Albert 1er 65 avenue de Colmar**  
**F-92507 Rueil Malmaison Cédex(FR)**  
Demandeur: **INSTITUT FRANCAIS DU**  
**PETROLE**  
**4, Avenue de Bois-Préau**  
**F-92506 Rueil-Malmaison Cédex(FR)**

(72) Inventeur: **Marlair, Guy**  
**160 rue Monsairat**  
**F-59500 Douai(FR)**  
Inventeur: **Petrovic, Alexandre**  
**5 avenue Roger**  
**F-78400 Chatou(FR)**

(74) Mandataire: **Chevallier, Robert Marie Georges**  
**et al**  
**Cabinet BOETTCHER 23, rue La Boétie**  
**F-75008 Paris(FR)**

(54) **Générateur thermique à lit fluidisé à moyens améliorés d'évacuation des cendres et de récupération de chaleur.**

(57) Le foyer central (1) à grille de fluidisation (12) et à volume intérieur est enveloppé par une enveloppe périphérique creuse (2) à circulation d'eau limitant un volume intermédiaire (4) de passage des fumées relié d'une part à la partie supérieure du foyer central (1), d'autre part à des tubes de fumées (9) qui traversent l'enveloppe périphérique (2) pour aboutir à un conduit (7) de sortie des fumées.



EP 0 236 647 A1

## Générateur thermique à lit fluidisé à moyens améliorés d'évacuation des cendres et de récupération de chaleur

L'invention a pour objet un générateur thermique de puissance modérée à lit fluidisé comportant des moyens améliorés d'évacuation des cendres et de récupération de chaleur, utilisable notamment pour des combustibles solides en particules (charbons, granulés d'ordures ménagères, etc...) ou pâteux (fractions lourdes pétrolières, boues résiduaires, etc...).

Un générateur de ce type fonctionnant selon la technique de combustion en lit fluidisé a l'avantage d'utiliser une gamme étendue de combustibles. Mais la réalisation d'un tel générateur pose des problèmes de construction et d'industrialisation liés à l'évacuation des cendres et au traitement des fumées.

Jusqu'à présent ces problèmes ont été résolus partiellement et de façon imparfaite ; les générateurs connus existants sont mal adaptés à la combustion de produits cendreux et ils nécessitent la mise en place de boîtes à fumées encombrantes et onéreuses.

Pour cette raison, les générateurs connus de construction monobloc ont une puissance faible ; les générateurs plus puissants utilisent généralement en association une ou plusieurs cellules à tubes d'eau (foyers), connectées à une cellule distincte à tubes de fumées, dont l'encombrement d'ensemble est par conséquent important. La préfabrication en usine et le montage de tels systèmes sont par ailleurs relativement longs.

Le but principal de l'invention est de parvenir à un générateur du type indiqué ci-dessus avec lequel sont surmontées substantiellement sinon totalement les difficultés exposées ci-dessus, de façon simple et efficace.

Dans un générateur thermique utilisant un combustible solide ou pâteux comprenant un foyer central à paroi latérale et à grille de fluidisation pour contenir un lit fluidisé, une enveloppe périphérique creuse, à moyens d'arrivée et de sortie d'eau de circulation enveloppant le foyer central, un conduit de sortie de fumées relié au foyer central, selon l'invention cette enveloppe périphérique limite avec le foyer central au moins un volume intermédiaire qui est mis en communication avec le foyer central dans sa partie supérieure par des ouvertures pour fumées et qui est raccordé à sa partie inférieure à des tubes de fumées, par une première extrémité de ceux-ci ; ces tubes de fumée s'étendent dans l'enveloppe périphérique sur une partie substantielle de leur longueur et sont raccordés par leur seconde extrémité au conduit de sortie des fumées.

Le volume intermédiaire ainsi créé est muni avantageusement à sa partie inférieure d'un collecteur de rassemblement et d'extraction des cendres entraînées par les fumées.

Le volume intermédiaire constitue un dépoussiéreur primaire qui est intégré au générateur en amont des tubes de fumées et qui protège ces tubes contre les risques d'encrassement et d'érosion prématurée. Cette disposition permet d'éviter l'utilisation d'une boîte à fumées qui est souvent réalisée par mécano-soudure et qui est rapportée à l'aide de brides sur le générateur thermique.

La compacité du générateur conforme à l'invention s'en trouve améliorée et la préfabrication en est facilitée.

Selon une caractéristique particulière le foyer à lit fluidisé a au moins une paroi latérale à tubes d'eau entourée par l'enveloppe périphérique avec une disposition symétrique qui évite les problèmes de dilatation différentielle et de tenue dans le temps du générateur.

Selon une caractéristique plus particulière, la paroi verticale est composée de tubes d'eau réunis de manière étanche par des membranes ; ce mode de construction facilite la réalisation industrielle du générateur et améliore le transfert de chaleur.

Dans un exemple de réalisation de l'invention, la grille de fluidisation fait partie de l'enceinte remplie d'eau qui est mise en communication avec l'enveloppe périphérique. Cette conception permet un abaissement de la température de la grille, ce qui autorise sa fabrication en matériau économique. De plus, toutes les parois délimitant le lit fluidisé, y compris la grille elle-même, participent ainsi à l'échange thermique. Ceci permet de réduire les surfaces d'échange à immerger dans le lit ; il en résulte que les tubes constituant ces surfaces d'échange peuvent être disposés plus librement, en évitant les zones où se produirait une forte érosion.

La grille de fluidisation mise en oeuvre dans le générateur thermique selon l'invention est en elle-même d'un type connu ; ce peut être en particulier une grille à ouvertures évasées vers le haut, telle que celles qui font l'objet des documents FR-A-Nos 2 171 945, 2 519 877, 85-08320, 85-15580.

De préférence, une au moins des parois du foyer a une (ou plusieurs) ouverture(s) munie(s) d'un moyen sélectif de fermeture ; cette ouverture permet de réguler le niveau du lit fluidisé.

Selon une variante, le collecteur des cendres contient une boucle de circulation d'eau raccordée à l'enveloppe périphérique creuse. Cette boucle complète l'épuisement thermique des cendres et améliore encore le rendement de l'unité.

Selon une autre caractéristique particulière, le générateur possède un dispositif de réinjection des cendres collectées par un dépoussiéreur final - (multicyclone par exemple) raccordé sur le circuit des fumées en sortie de chaudière.

Ce dispositif permet ainsi d'améliorer la désulfuration in situ, de réduire les imbrûlés et de limiter les points d'extraction des cendres.

Ce dispositif peut être réalisé, par exemple, par voie pneumatique, par une dérivation de l'arrivée d'air de fluidisation ou d'air secondaire ou par voie mécanique par convoyage à l'aide d'une vis transporteuse.

En complément de cette réinjection, il est possible de remplir les cendres recueillies au niveau du dépoussiéreur interne, en totalité ou en partie, par exemple comme moyen d'auto-alimentation du lit en matériaux inertes.

On donnera maintenant, sans intention limitative et sans exclure aucune variante, une description d'un exemple de réalisation de l'invention. On se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

-la figure 1 est une représentation schématique en coupe par un plan vertical selon I-I de la figure 2 d'un générateur thermique conforme à l'invention ;

-la figure 2 est une vue en coupe par un plan horizontal selon II-II de la figure 1,

-la figure 3 est une vue partielle en coupe montrant une variante de réalisation de la partie inférieure du générateur de la figure 1.

Un générateur conforme à l'invention comprend un foyer 1 à lit fluidisé, à paroi latérale, de type connu en soi et une enveloppe périphérique 2 qui enveloppe le foyer 1 en limitant avec la paroi latérale 3 de ce dernier un volume intermédiaire 4. Le foyer 1 pourrait être cylindrique ainsi que l'enveloppe périphérique 2, de sorte que le volume intermédiaire 4 serait un volume annulaire. A la partie supérieure du foyer 1, des ouvertures 5 le mettent en communication avec le volume intermédiaire 4.

Dans le présent exemple, comme le montre la figure 2, le foyer 1 a une configuration rectangulaire dans l'ensemble ; l'enveloppe périphérique 2 est cylindrique et elle limite avec le foyer 1 deux volumes intermédiaires 4A, 4B distincts et opposés qui sont situés chacun sur un grand côté du foyer 1. Les deux grands côtés 3A, 3B du foyer 1 sont constitués par des tubes d'eau 3C parallèles, espacés, reliés entre eux de façon étanche par des membranes intermédiaires 3D, de manière connue en soi. A la partie extrême supérieure du foyer 1

certain tubes, de préférence un tube sur deux, sont déportés vers l'extérieur du foyer 1 et les membranes intermédiaires 3D sont supprimées dans la partie extrême déportée de chaque tube 3C. On obtient ainsi les ouvertures supérieures 5 par lesquelles peuvent circuler les fumées qui proviennent du foyer 1.

Dans l'exemple décrit ici, le foyer 1 est fermé à sa partie supérieure, à un niveau supérieur à celui des ouvertures 5, par une paroi supérieure 1A qui déborde en dehors du foyer 1 et qui ferme aussi les volumes intermédiaires 4A, 4B. Les fumées ne peuvent entrer dans ce dernier que par les ouvertures supérieures 5. En outre, du fait de l'existence de cette paroi supérieure 1A, l'enveloppe périphérique 2 couvre aussi le foyer 1 au-dessus de cette paroi supérieure 1A. De cette façon, l'enveloppe périphérique s'étend autour de la paroi latérale et de la paroi supérieure du foyer 1 ; elle enveloppe ce dernier complètement sur tous ses côtés. A son sommet, l'enveloppe périphérique 2 est fermée par une paroi supérieure 6. Cette dernière supporte un conduit de sortie des fumées 7.

Dans le présent exemple, l'enveloppe périphérique 2 est divisée par des cloisons intérieures, radiales 6A, 6B, 6C, 6D formant quatre compartiments opposés deux à deux. Deux compartiments opposés, de plus grande dimension en sens circonférentiel 8A et 8C contiennent des tubes verticaux 9, espacés, qui s'étendent entre la paroi inférieure 10 de l'enveloppe périphérique 2 et sa paroi supérieure 6. Ces tubes 9 traversent cette paroi supérieure 6 et débouchent dans le conduit de sortie des fumées 7. A son extrémité opposée inférieure chaque tube 9 traverse la paroi inférieure 10 et débouche dans un collecteur de cendres 11. Un collecteur de cendres 11 est prévu sous chacun des deux compartiments 8A, 8C de l'enveloppe périphérique 2. Chaque collecteur 11 s'étend en-dessous de la paroi inférieure 10 et il communique par un passage inférieur 11A avec un volume intermédiaire correspondant 4A, 4B. Les fumées de la combustion qui viennent des passages supérieurs 5 descendent dans les volumes intermédiaires 4A, 4B, empruntent les collecteurs 11 et montent dans les tubes 9 pour atteindre le conduit de sortie des fumées 7.

Chaque collecteur 11 a une profondeur suffisante pour que des cendres s'y rassemblent sans que la circulation des fumées soit interrompue. En outre, comme représenté seulement sur la partie gauche de la figure 1, chaque collecteur 11 est équipé en 12 d'un moyen pneumatique connu en soi, d'extraction des cendres et de réintroduction de ces cendres à l'intérieur du lit fluidisé, pour assurer leur recyclage.

Les deux autres compartiments opposés 8B, 8D sont pourvus, respectivement, d'une arrivée d'eau 13 et d'une sortie d'eau 14. En outre, ces deux compartiments sont reliés directement, à travers le foyer 1, par des tubes d'eau 15 (visibles seulement sur la figure 1) qui sont noyés pendant le fonctionnement dans le lit 16 de matière combustible fluidisée. Au niveau supérieur souhaité que peut atteindre le lit 16, il est prévu dans la paroi latérale 3 du foyer 1 au moins une ouverture de trop plein 17, connue en soi, qui débouche dans un compartiment 4B de descente des fumées et des cendres entraînées avec celles-ci. Une canalisation 18 traverse de haut en bas le conduit de sortie des fumées 7, la paroi supérieure 6 de l'enveloppe périphérique 2, la paroi supérieure 1A du foyer 1 pour s'étendre à l'intérieur de ce dernier et s'arrêter au-dessus du niveau supérieur du lit fluidisé 16. Cette canalisation 18 sert à alimenter le foyer 1 en combustible. On remarquera que l'invention est compatible avec d'autres modes d'alimentation du foyer 1 en combustible. De préférence, la canalisation 18 est refroidie par une boucle de circulation d'eau forcée branchée en dérivation sur le circuit entrée/sortie d'alimentation générale.

Sur la figure 1, la grille 19 est représentée comme une grille creuse ayant un volume intérieur 19A dans lequel débouchent les tubes d'eau 3, par leur extrémité inférieure. Ces tubes 3 sont donc réunis à l'enveloppe périphérique 2 au niveau de la grille 19. En variante, comme le montre la figure 3, la grille de fluidisation 19' est de construction classique et elle repose sur une enceinte creuse 20 qui la supporte et dont le volume intérieur est mis en communication avec le volume intérieur de l'enveloppe périphérique 2. Bien entendu, cette enceinte creuse 20 est traversée de façon étanche par des tubes 21 qui alimentent en gaz de fluidisation les orifices habituels de la grille 19'. Selon une autre variante, la grille est de construction classique ; elle n'est pas refroidie, ni supportée par une enceinte creuse refroidie.

Dans les deux cas de la figure 1 où la grille 19 est creuse et de la figure 3 où la grille 19' repose sur une enceinte creuse 20, on obtient pendant le fonctionnement un abaissement de la température moyenne de la grille, ce qui permet d'employer pour sa réalisation, une matière plus économique.

Dans toutes les circonstances, même si on ne prévoit pas d'utiliser une grille creuse 19 ou une grille 19' supportée par une enceinte creuse 20, il existe en un point inférieur de l'enveloppe périphérique 2 une entrée d'eau 22 et en un point supérieur une sortie d'eau 23. Pendant le fonctionnement, l'eau circule dans les tubes 3 qui constituent la paroi latérale du foyer 1 ; elle circule aussi le long de la paroi supérieure 1A du même

foyer ; elle circule encore le long de la paroi extérieure qui limite le volume intermédiaire 4 et autour des tubes 9 où circulent les fumées ; elle circule en plus, de préférence à travers la grille creuse 19 ou à travers l'enceinte creuse 20 qui supporte la grille 19'. De cette façon, la chaleur contenue dans les fumées et les cendres est récupérée. Il est possible, en outre, de placer dans la partie interne inférieure de chaque collecteur de cendres 11 une bouche 24 de circulation d'eau raccordée au volume intérieur de l'enveloppe périphérique 2 comme on peut le voir sur les figures 1 et 3.

Ainsi, les calories contenues dans les cendres peuvent être récupérées en presque totalité. En même temps, les cendres sont recueillies sans moyens matériels encombrants et on peut en disposer ensuite facilement, soit pour les évacuer définitivement, soit pour les recycler dans le lit fluidisé.

Dans certaines circonstances, on peut être conduit à supprimer les tubes 15 qui traversent le lit fluidisé 16. Dans ce cas, les compartiments 8B, 8D peuvent être supprimés aussi ; l'enveloppe périphérique 2 devient alors une enveloppe unique entourant annulairement la paroi latérale du foyer 1. Ce dernier peut être cylindrique et le volume intermédiaire 4 peut aussi entourer annulairement la paroi latérale du foyer 1.

## Revendications

1. Générateur thermique comprenant un foyer central (1) à paroi latérale et à grille de fluidisation (19,19') pour supporter un lit fluidisé, une enveloppe périphérique (2) creuse à moyens d'arrivée et de sortie d'eau de circulation enveloppant le foyer central (1), un conduit de sortie de fumées - (7) relié au foyer central (1), caractérisé en ce que l'enveloppe périphérique (2) limite avec le foyer central (1) au moins un volume intermédiaire (4), ce volume intermédiaire (4) est mis en communication avec le foyer central (1) dans sa partie supérieure par des ouvertures pour fumées (5) et il est raccordé à sa partie inférieure à des tubes de fumées (9) par une première extrémité de ceux-ci, ces tubes de fumée (9) s'étendant dans l'enveloppe périphérique (2) sur une partie substantielle de leur longueur et étant raccordés à leur seconde extrémité avec ledit conduit de sortie de fumées - (7).

2. Générateur selon la revendication 1 caractérisé en ce que le volume ou chaque volume intermédiaire (4) est muni à sa partie inférieure d'au moins un collecteur (11) de rassemblement et d'extraction des cendres entraînées par les fumées.

3. Générateur selon la revendication 1 dans lequel le foyer central (1) a une grille de fluidisation (19,19'), une paroi latérale et une paroi supérieure, caractérisé en ce que l'enveloppe périphérique (2) enveloppe le foyer central (1) autour de la paroi latérale (3) et de la paroi supérieure (1A) de ce dernier.

4. Générateur selon la revendication 1 caractérisé en ce que le foyer central (1) a une paroi latérale constituée par des tubes d'eau (3C) proches les uns des autres, réunis de manière étanche par des membranes intermédiaires (3D) et mis en communication par leurs extrémités opposées avec l'enveloppe périphérique (2).

5. Générateur selon la revendication 1 caractérisé en ce que au moins un passage de communication (17) est prévu à travers la paroi latérale (3) du foyer central (1) pour faire communiquer sélectivement le volume intérieur de ce foyer central (1) avec le volume intermédiaire (4) sensiblement au niveau maximum du lit fluidisé pendant le fonctionnement.

6. Générateur selon la revendication 1 caractérisé en ce que la paroi latérale (3) du foyer central (1) est constituée par des tubes d'eau (3C) proches les uns des autres réunis de manière étanche par des membranes intermédiaires (3D), et la mise en communication du volume intermédiaire (4) avec le foyer central (1) est réalisé par une déviation d'une partie de la longueur de certains desdits tubes d'eau (3C) par rapport à l'ensemble des autres tubes d'eau (3C), cette déviation supprimant localement l'étanchéité entre lesdits tubes d'eau (3C).

7. Générateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le collecteur ou chaque collecteur (11) contient un circuit (24) de circulation d'eau raccordé à l'enveloppe périphérique (2).

8. Générateur selon les revendications 3,4 réunies caractérisé en ce que les tubes d'eau (3C) sont raccordés avec l'enveloppe périphérique (2) par leur extrémité supérieure qui est éloignée de la grille (19) et qui s'ouvre dans la zone de ladite enveloppe périphérique (2) couvrant la paroi supérieure du foyer central (1).

9. Générateur selon la revendication 8 caractérisé en ce que certains des tubes d'eau (3C) ont une partie extrême supérieure déviée vers l'extérieur par rapport au foyer central (1), la déviation supprimant l'étanchéité entre lesdits tubes à partie extrême déviée et les autres tubes d'eau (3C) pour mettre en communication le foyer central (1) avec le volume intermédiaire (4).

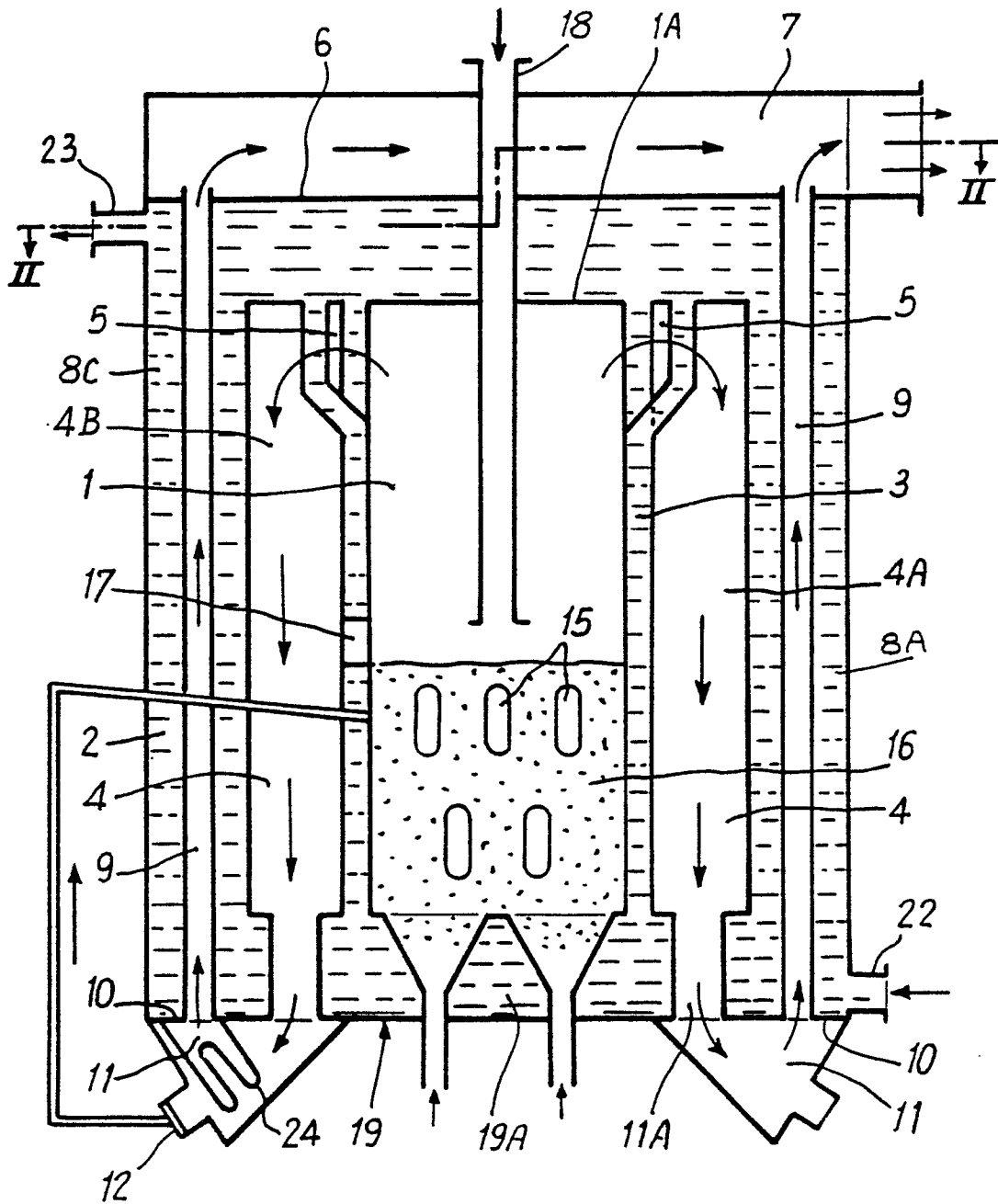
10. Générateur selon la revendication 8 caractérisé en ce que le conduit de sortie des fumées (7) est situé immédiatement au-dessus de la zone du volume intermédiaire qui couvre la paroi supérieure (1A) du foyer central (1) et les tubes de

fumées (9) s'étendent sur toute leur longueur dans l'enveloppe périphérique (2) en étant raccordés par leurs extrémités opposées d'une part au volume intermédiaire (4), d'autre part au conduit de sortie des fumées (7).

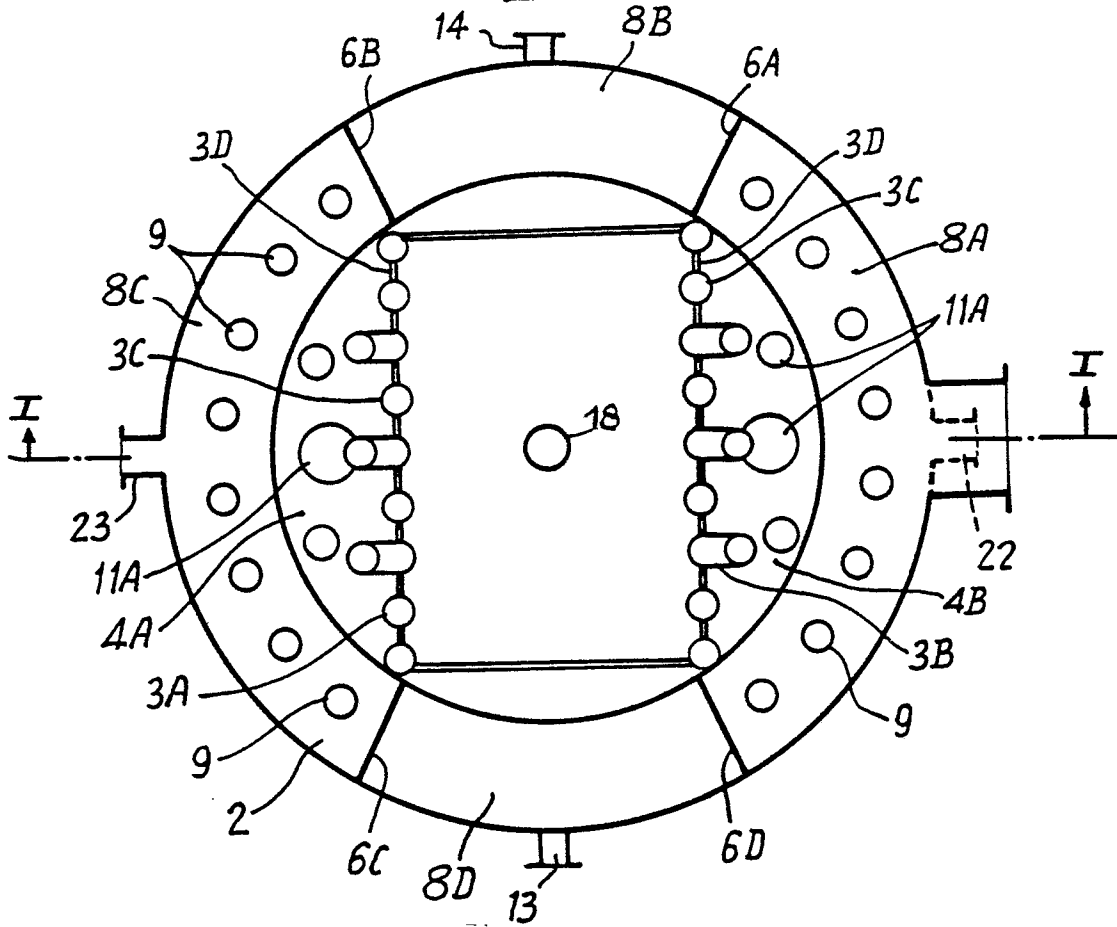
11. Générateur selon la revendication 4 caractérisé en ce que la grille de fluidisation (19) est creuse avec un volume intérieur (19A) raccordé à l'enveloppe périphérique (2) cependant que les tubes d'eau (3C) s'étendent à partir de cette grille (19) et sont mis en communication avec le volume intérieur de cette dernière, leur raccordement avec l'enveloppe périphérique (2) étant réalisé par l'intermédiaire du volume intérieur de ladite grille (19).

12. Générateur selon la revendication 4 caractérisé en ce que la grille de fluidisation (19') est supportée par une enceinte creuse (20) qui est mise en communication avec l'enveloppe périphérique (2).

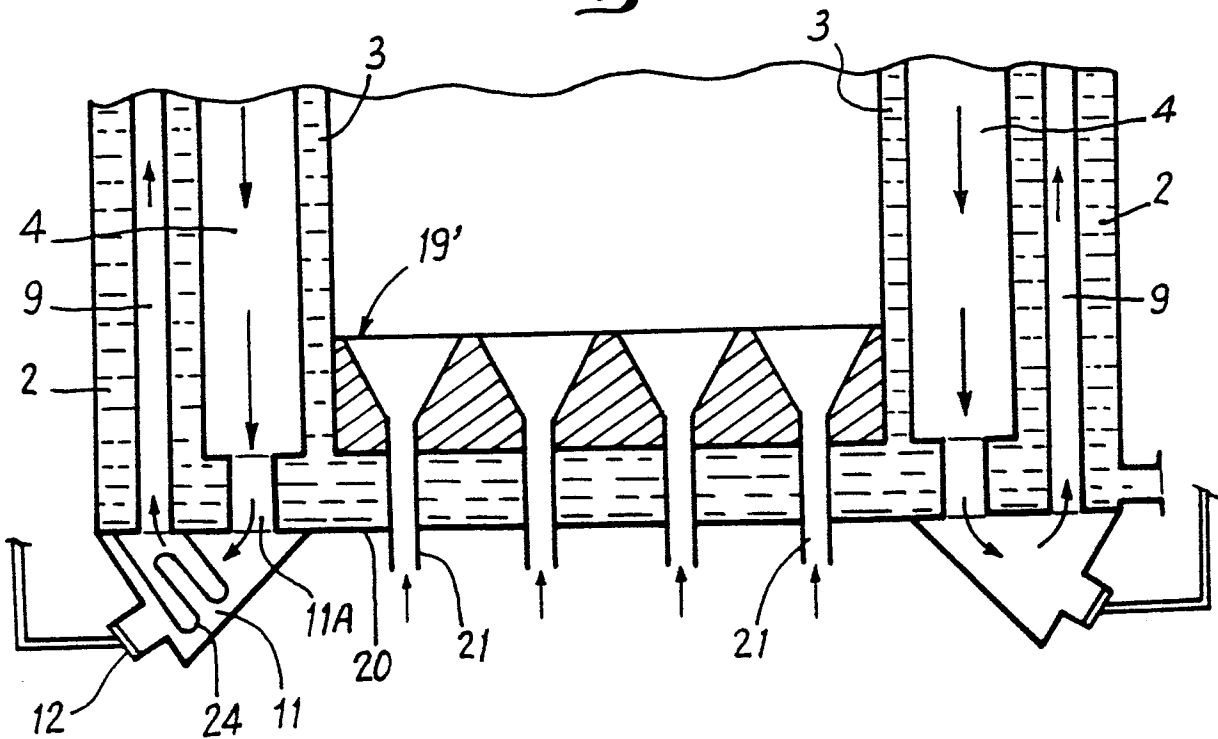
Fig:1



*Fig. 2*



*Fig. 3*





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. 4)
A	EP-A-0 016 607 (BRITISH PETROLEUM) * Page 4; page 5, lignes 1-11; figures * ---	1,12	F 22 B 31/00
A	EP-A-0 028 458 (WORLD ENERGY) * Page 16, ligne 5 - page 17, ligne 8; figures * ---	1,3,11	
A	GB-A-2 109 096 (DUNCOMB) * Page 2, ligne 85 - page 4, ligne 2; figures * ---	1-4,6,8,9	
A	DE-A-2 029 155 (FOSTER) * Revendication 1; figures * ---	5	
A	GB-A-2 077 616 (PARKINSON) ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
A	EP-A-0 005 964 (DEBORAH) -----		F 22 B F 24 H F 27 B
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20-03-1987	Examineur VAN GHEEL J.U.M.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			