

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
1 février 2007 (01.02.2007)

PCT

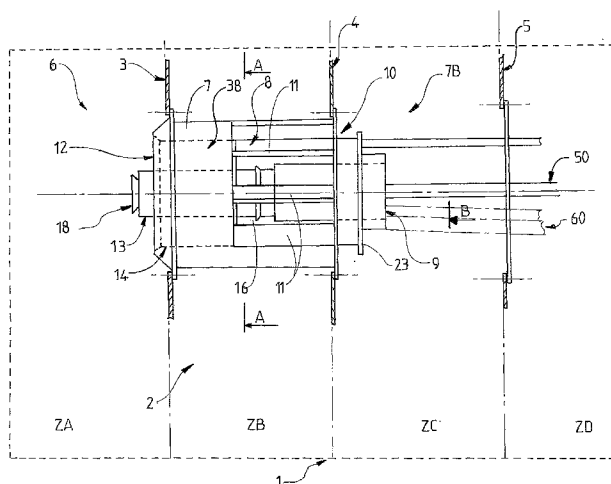
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2007/012755 A1**

- (51) Classification internationale des brevets :  
*F23D 14/64* (2006.01) *F23C 6/04* (2006.01)  
*F23G 7/06* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2006/001821
- (22) Date de dépôt international : 26 juillet 2006 (26.07.2006)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
0507964 26 juillet 2005 (26.07.2005) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : OPTI-  
MISE [FR/FR]; Société à Responsabilité Limitée, Village  
Entreprise, 1, rue Copernic, F-13200 Arles (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : DIEU-  
LOUFET, Jean-Claude [FR/FR]; 19, rue Honoré  
Daumier, F-13280 Raphèle les Arles (FR).
- (74) Mandataire : MAREK, Pierre; 28 rue de la Loge, B.P.  
42413, F-13215 Marseille Cedex 02 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU,  
LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG,  
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,  
SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND INSTALLATION FOR UNSUPPORTED LEAN FUEL GAS COMBUSTION, USING A BURNER AND RELATED BURNER

(54) Titre : PROCÉDÉ ET INSTALLATION DE COMBUSTION DE GAZ COMBUSTIBLE PAUVRE, SANS SOUTIEN, À L'AIDE D'UN BRÛLEUR ET BRÛLEUR ASSOCIÉ



(57) Abstract: The invention concerns a method for a lean gas combustion using at least one burner comprising a combustion nozzle on a central axis (x), said method consisting in: creating a mixture of fuel gas and combustion air rotating about the central axis. The method is characterized in that it includes the following steps which consist in: ejecting in front of the combustion nozzle a flow of non-flammable premix containing a mixture of premix air and fuel gas, a complementary flow so as to achieve a non-flammability threshold of the mixture in front of the combustion nozzle, the flow being ejected at the center of the premix flow via a central complementary flow and/or about the premix flow via a peripheral complementary flow. The invention also concerns a burner configured to implement the method and a combustion installation using same.

(57) Abrégé : Procédé pour réaliser la combustion d'un gaz combustible pauvre à l'aide d'au moins un brûleur comprenant un nez de combustion sur un axe central (x), procédé dans lequel on crée un mélange de gaz combustible et d'air de combustion en rotation autour de l'axe central. Le

[Suite sur la page suivante]



WO 2007/012755 A1



(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

---

procédé se distingue en ce qu'il comporte les étapes suivantes selon lesquelles on éjecte devant le nez de combustion: un flux de pré-mélange non inflammable contenant un mélange d'air de pré-mélange et de gaz combustible, un flux complémentaire de manière à atteindre un seuil d'inflammabilité du mélange devant le nez de combustion, le flux étant éjecté au centre du flux de pré-mélange par le biais d'un flux complémentaire central et/ou autour du flux de pré-mélange par le biais d'un flux complémentaire périphérique. L'invention concerne également un brûleur configuré pour mettre en oeuvre le procédé et une installation de combustion utilisant le brûleur.

Procédé et installation de combustion de gaz combustible pauvre, sans soutien, à l'aide d'un brûleur et brûleur associé.

L'invention concerne un procédé pour réaliser la combustion d'un gaz combustible pauvre sans flamme auxiliaire de soutien, à l'aide d'un brûleur comprenant un nez de combustion sur un axe central, dans lequel on crée un mélange de gaz combustible et d'air de combustion en rotation autour de l'axe central, devant le nez de combustion.

Elle concerne également une structure de brûleur, notamment de grande puissance, pour la mise en oeuvre du procédé et toute installation de combustion de gaz utilisant ce brûleur.

L'invention trouve application, en particulier, dans les différentes installations suivantes :

- Chaudières à gaz de très faibles pouvoirs calorifiques, gaz de récupération (gaz de haut fourneau...), bio-gaz et gaz de décharges, gaz provenant de divers procédés;
- Tours de brûlages et torchères de gaz pauvres, résiduels et bio-gaz;
- Fours et étuves de chauffages et séchages de matériaux et produits divers;
- Fours et dispositifs de séchages et traitements de boues résiduelles de procédés divers;
- Installation de brûlage de composés organiques volatils "COV". Ces composés sont issus de séchages ou de cuissons dans différents procédés; ce sont souvent des vapeurs de solvants ou d'huiles et se trouvent sous des concentrations très faibles (quelques % à quelques ppm ou traces) dans des gaz vecteurs neutres ou dans de l'air. Ils peuvent être bloqués par des filtres dédiés ou détruits par voies thermiques. La faible concentration ne permet pas de les brûler directement et le grand volume d'air qui les contient perturbe fortement la combustion des brûleurs « classiques ».

En entend par gaz pauvre tout gaz de faible pouvoir calorifique (PCI) inférieur à 3000 Kcal par m<sup>3</sup> et en particulier tout gaz très pauvre qui possède un

PCI inférieur à 1000 Kcal et qui concerne plus particulièrement l'objet de la présente invention.

5 Le brûleur selon l'invention peut néanmoins être utilisé pour des gaz plus riches ou avec des gaz de soutien.

10 Les brûleurs de gaz pauvres ou résiduels comprennent généralement différents conduits d'alimentation de fluides combustibles au nez du brûleur, les conduits étant configurés, notamment sous forme coaxiale, de manière à réaliser une ou des couronnes de combustibles centrées sur l'axe du brûleur.

Ces fluides combustibles sont généralement distribués dans un flux d'air de combustion ou en périphérie de ce dernier.

15 Les dispositions ci-dessus ont pour finalité de réaliser un mélange air/combustible suffisant permettant une combustion localisée et stabilisée au nez du brûleur.

20 Sur les chaudières de grandes puissances (>100 MW) qui comportent plusieurs brûleurs (>4 brûleurs), l'air de combustion est généralement distribué à partir d'un caisson commun aux différents brûleurs et mis en rotation par des volets réglables de l'extérieur par le biais d'organes de renvois et de biellettes.

25 Cet air de combustion est généralement amené au nez du brûleur (dit de combustion par la suite) en un flux, voire deux.

30 Ces brûleurs comprennent généralement des tubes de distribution de gaz riche en couronne périphérique et des tubes accessoires (brûleur allumage, tube de contrôle de présence de flamme,...) qui perturbent la rotation du flux d'air.

La majorité des brûleurs de gaz pauvres ou résiduels sont de conceptions complexes et nécessitent des réglages et ajustements aléatoires et des conditions d'exploitation très rigides avec une part importante d'incidents dûs à l'instabilité de

la combustion, de l'accrochage de la flamme engendrant des arrêts intempestifs de l'installation.

5 Ces brûleurs nécessitent le réchauffage du combustible et surtout de l'air de combustion à des températures élevées (250 à 350°C) pour améliorer la combustion, ce qui suppose plus de matériel adapté et des coûts supplémentaires.

10 Les combustibles pauvres sont généralement très difficilement combustibles car constitués en majorité de gaz neutres, et se présentent distribués en grands volumes et sous faibles pressions.

15 Leurs mélanges avec l'air de combustion sont très difficiles à obtenir dans des proportions adéquates compte tenu des volumes mis en jeu, ce qui gêne considérablement la combustion et ne favorise pas la stabilité et la structure des flammes obtenues.

20 L'instabilité des flammes produites provoque des variations de pressions importantes dans le foyer, ce qui génère des vibrations de la structure des chaudières ou installations concernées.

25 De ce fait, les brûleurs nécessitent toujours une flamme de soutien, représentant 10 à 20 % de la puissance totale du brûleur, pour assurer la stabilité de la flamme principale et garantir la sécurité de l'installation. Des normes de fonctionnement EN 746-2 imposent d'avoir des systèmes de flamme de soutien dans les brûleurs.

Ces flammes de soutien sont obtenues avec des gaz riches (gaz naturel, Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL) : Butane et Propane.

30 Cette obligation aggrave la complexité du brûleur et engendre fatalement des surcoûts d'exploitation très importants compte tenu du prix des gaz riches.

Ces brûleurs nécessitent souvent une exploitation avec un excès d'air important afin que toutes les fractions combustibles puissent rencontrer de

l'oxygène pour brûler en totalité et assurer la qualité des produits de combustion, ce qui fait chuter fortement le rendement, augmente la consommation spécifique de gaz riche et donc le coût d'exploitation et aggrave fatalement le niveau des émissions polluantes.

5

L'invention a pour objectif de résoudre les inconvénients ci-dessus.

Elle vise en particulier une conception de brûleur qui permette :

- autant que possible, la suppression d'un soutien en gaz riche;
- la suppression du réchauffage du gaz ou de l'air de combustion;
- 10 - la réduction de la teneur en oxygène des fumées;
- la suppression des vibrations;
- la réduction de la consommation électrique des ventilateurs d'airs et fumées.

15

Un principe de base préféré du procédé est de parcelliser au maximum la quantité d'air nécessaire à la combustion et à l'incorporer le plus tôt possible et le plus intimement possible dans le flux gazeux combustible (ou l'inverse), en améliorant le mélange par des impacts de jets à grande vitesse, en créant des turbulences et en mettant le mélange en rotation maximale pour réduire la vitesse

20 axiale du mélange et assurer la compacité et la continuité de la combustion.

Pour réduire la vitesse axiale et augmenter la surface de la flamme, le gaz pauvre est mis en rotation par des ailettes et l'écoulement particulier de la fraction d'air de combustion apportée en périphérie en sortie du brûleur.

25

Les gaz pauvres ayant un grand volume, il est difficile de mélanger intimement les éléments combustibles de ce gaz avec l'oxygène de l'air de combustion. Pour pallier cette difficulté, l'invention consiste à fragmenter l'air de combustion et d'en incorporer progressivement des quantités choisies dans le flux

30 de gaz pauvre.

Le procédé consiste donc à réaliser un pré-mélange air-combustible (hors limite d'inflammabilité), de préférence dans le corps du brûleur et de n'apporter au nez du brûleur que le complément d'air de part et d'autre de ce mélange par le

biais de jets à très grande vitesse (supérieure à 80 m/s) en prenant le gaz en "sandwich".

L'air de combustion amené au nez du brûleur a des écoulements  
5 spécifiques à grande vitesse :

- l'air central est éjecté en rotation et en écoulement divergeant pour pénétrer le gaz pauvre;

- l'air périphérique est convergeant et en forte rotation.

Ces deux écoulements d'air ont chacun également pour fonction de réaliser  
10 un barrage à d'éventuelles "rentrées de flamme" à faible régime ou lors d'un arrêt de l'installation.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour réaliser la combustion  
d'un gaz combustible pauvre à l'aide d'au moins un brûleur comprenant un nez ou  
15 tête de combustion sur un axe central, procédé dans lequel on crée un mélange de gaz combustible et d'air de combustion en rotation autour de l'axe central.

Le procédé se distingue en ce qu'il comporte les étapes suivantes selon lesquelles on éjecte devant la tête de combustion:

- un flux de pré-mélange non inflammable contenant un mélange d'air de pré-  
20 mélange et de gaz combustible,

- un flux complémentaire de manière à atteindre un seuil d'inflammabilité du mélange devant le nez de combustion, le flux étant éjecté au centre du flux de pré-mélange par le biais d'un flux complémentaire central et/ou autour du flux de pré-mélange par le biais d'un flux complémentaire périphérique.

25

Selon des modes particuliers de mise en oeuvre du procédé :

- le flux complémentaire est un flux d'air;

- le flux de pré-mélange est obtenu par incorporation d'air de pré-mélange dans du gaz combustible;

30

- l'incorporation est obtenue dans un caisson relié au brûleur;

- l'incorporation est réalisée, à une entrée du gaz combustible dans le brûleur par injection d'air de pré-mélange dans le gaz combustible de manière à entraîner le gaz combustible dans un espace de pré-mélange, réaliser le pré-mélange par

des turbulences résultant de l'injection et diriger le pré-mélange en direction du nez de combustion tout en initiant une rotation autour de l'axe central;

- le mélange de gaz combustible et d'air de combustion est réalisé par incorporation d'une quantité nécessaire parcellisée de l'un dans l'autre par de nombreux jets orientés.

Selon un autre mode de mise en oeuvre du procédé :

- a) le flux d'air complémentaire central est éjecté en rotation devant le nez de combustion et en écoulement divergent pour pénétrer le flux de pré-mélange,
- b) le flux d'air complémentaire périphérique est éjecté en écoulement convergeant et en forte rotation spiralée.

L'invention a également pour objet un brûleur pour gaz combustible pauvre du type comprenant un nez de combustion sur un axe central et des moyens d'alimentation d'un mélange de gaz combustible et d'air de combustion en rotation autour de l'axe central, brûleur notamment remarquable en ce qu'il ne comporte pas de chambre de mélange, ni de chambre de combustion.

Le brûleur se distingue principalement en ce qu'il est configuré de manière à éjecter devant le nez de combustion :

- un flux de pré-mélange non inflammable contenant un mélange d'air de pré-mélange et de gaz combustible,
- un flux complémentaire de manière à atteindre un seuil d'inflammabilité du mélange devant le nez de combustion, ledit flux étant éjecté au centre du flux de pré-mélange par le biais d'un flux d'air complémentaire central et/ou autour du flux de pré-mélange par le biais d'un flux d'air complémentaire périphérique.

Selon un mode de réalisation particulier, le brûleur est configuré de manière à scinder un flux d'air en au moins un flux d'air de pré-mélange, et un flux d'air complémentaire comprenant au moins un flux d'air complémentaire central et/ou un flux d'air complémentaire périphérique.



L'invention a également pour objet une installation de combustion d'un gaz combustible mettant en oeuvre le procédé ou comportant au moins un brûleur conforme à l'invention.

5 Selon une caractéristique avantageuse, l'installation met en oeuvre ou comporte au moins deux brûleurs configurés de manière à engrener dans un sens commun le mouvement de rotation global résultant de leur flux de mélange devant le nez de combustion.

10 D'autres particularités et nombreux avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, qui suit, donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et faite en référence aux figures annexées pour lesquelles :

- 15 - la figure 1 illustre une installation de combustion de gaz pauvre munie d'un brûleur conforme à un mode de réalisation de l'invention;
- la figure 2 illustre une vue en coupe selon l'axe AA de la figure 1;
- la figure 3 illustre l'arrière du brûleur selon une vue de droite B de la figure 1;
- la figure 4 illustre une vue en coupe partielle d'une poutre selon la  
20 coupe CC de la figure 2;
- la figure 5 illustre une vue de dessous partielle selon D-D de la figure 4;
- la figure 6 illustre une vue principale isolée du caisson 7 du brûleur de la figure 1;
- les figures 7, 8, 9 illustrent respectivement différentes vues de la figure  
25 6 : une vue en coupe selon E-E, une vue de droite selon F, et une vue de gauche selon G;
- les figures 10, 11 et 11A illustrent respectivement une vue principale isolée du tube central 13 du brûleur de la figure 1, une vue de gauche selon H et une vue de droite;
- 30 - la figure 12 illustre une vue principale isolée de la perche centrale 50 selon la figure 1;
- la figure 13 illustre une vue d'une variante de réalisation d'un cône de brûlage de la perche centrale;
- la figure 14 illustre un détail I de la figure 9;

- les figures 15, 16 illustrent respectivement les coupes selon L-L et K-K de la figure 14;

A la figure 1, est montrée une installation 1 pour la combustion de gaz  
5 combustible pauvre utilisant un brûleur 2 disposé entre quatre parties principales ZA, ZB, ZC, ZD séparées par trois parois 3, 4, 5.

Les parties représentent respectivement, une zone ZA foyer où se réalise la  
combustion, une zone ZB contenant ou en communication avec le gaz pauvre  
10 combustible, une zone ZC contenant ou en communication avec de l'air de combustion, une zone ZD extérieure à l'installation accessible aux personnes.

L'installation est par exemple une installation de production de vapeur  
surchauffée de 40 T/heure dans laquelle il faut brûler du gaz de hauts fourneaux,  
15 à température ambiante, (humidité= 2,5% d'H<sub>2</sub>O en volume) alimenté sous faible pression (<300 mm CE en pression relative) et d'une composition moyenne sur gaz sec: N<sub>2</sub>=58%, H<sub>2</sub>=1,7%, CO<sub>2</sub>=20,3%, CO=20% (PCI=660 Kcal/m<sup>3</sup>n). Les produits de combustion devant contenir moins de 50 ppm de CO avec moins de 1% d'oxygène dans ces fumées.

20 L'inflammabilité de ce gaz intervient lorsqu'il y a 35 % à 73 % de gaz dans le mélange.

Le brûleur comprend un nez de combustion 6 débouchant dans la zone A  
du foyer; le nez est centré sur un axe central X qui se trouve être en l'occurrence,  
25 l'axe principal du brûleur dans la mesure où celui-ci possède une forme générale de révolution autour de cet axe.

Le brûleur comporte également des moyens d'alimentation de ce nez, qui  
sont aptes à éjecter un flux d'air et de gaz combustible en rotation autour d'un axe  
30 central centré sur le nez de combustion.

Ce nez, constituant l'extrémité avant du brûleur, est destiné à recevoir  
devant ou sur lui, à gauche de la figure, un flux de gaz combustible et d'air de

combustion qui est mis en rotation autour de l'axe central, avec des moyens d'alimentation de ce nez prévus à cet effet, que l'on décrit ultérieurement.

5 Le brûleur comprend également un caisson central 7 relié au nez et en amont de lui (par rapport au sens d'écoulement des flux), disposé dans la zone ZB entre les parois 3 et 4, et ayant au moins une lumière 8 débouchant dans cette zone ZB.

10 Dans la zone ZC se trouve une extrémité arrière 7B du brûleur reliée au caisson 7, en amont de celui-ci, et présentant au moins un accès pour au moins une arrivée d'air de combustion de la zone ZC.

L'alimentation en air dans l'exemple préféré s'effectue totalement par la face arrière du brûleur pour plusieurs avantages :

- 15 - garantir l'étanchéité de l'ensemble,
- faciliter l'accès aux commandes d'air de pré-mélange,
- pouvoir installer le brûleur en caisson d'air,
- pouvoir, selon l'application, réaliser des alimentations séparées de différents airs de combustion.

20 Dans la zone ZD, débouchent différents tuyaux qui s'étendent entre le foyer et l'extérieur, en traversant le brûleur et parmi lesquels on trouve, le cas échéant, un tuyau d'amenée de gaz riche, un tube de contrôle des flammes, un tuyau d'allumage ou autres tuyaux ou équipement connu de l'homme de l'art (non représenté).

25 Selon un mode de mise en oeuvre de l'invention, le procédé peut comprendre une première étape dans laquelle on scinde un flux d'air destiné à la combustion en au moins un flux d'air de pré-mélange et un flux d'air complémentaire. L'air complémentaire est constitué d'au moins un flux d'air central et/ou d'un flux d'air périphérique.

30 Dans l'exemple illustré, on utilise à la fois le flux d'air central et périphérique pour une meilleure efficacité et souplesse d'utilisation et la scission s'effectue par différentes entrées de l'air à l'arrière du brûleur ou cheminement de l'air dans le brûleur.

A cet effet, dans l'exemple de réalisation illustré, le brûleur est configuré pour diviser l'air provenant de l'espace ZC en plusieurs flux. Il comprend plusieurs arrivées ou accès sur son extrémité arrière : un accès central 9 pour recevoir une arrivée de flux d'air central, un accès 10 périphérique pour recevoir une arrivée d'air périphérique, et au moins un accès principal 10A pour recevoir une arrivée d'air de pré-mélange. D'autres accès peuvent être ajoutés comme indiqué ultérieurement.

Dans une variante de mise en oeuvre, cette étape de division pourrait s'effectuer autrement, par exemple par des tuyaux externes à l'extérieur du brûleur, et chacun des flux d'air pourrait être amené par ces tuyaux indépendants et externes.

Dans une seconde étape de ce mode de mise en oeuvre, on éjecte devant le nez de combustion un flux de pré-mélange, contenant un mélange d'air de pré-mélange et de gaz combustible, en rotation autour de l'axe central, le flux de pré-mélange étant non inflammable dans la mesure où il est mélangé à un taux éloigné des plages d'inflammabilité, par exemple supérieur à un seuil d'inflammabilité. En effet dans l'exemple décrit, on passe d'un taux de gaz pauvre de 100% à un taux de 80-85% de gaz (dans le mélange gaz+air) alors que les limites d'inflammabilité sont de 30 à 73% de gaz dans le mélange.

Cela suppose que le pré-mélange et la mise en rotation de ce dernier soient effectués au préalable, comme exposé ci-après.

Pour améliorer la combustion et assurer un bon accrochage de flamme, il est intéressant et important de réaliser un pré-mélange le plus important possible et le plus tôt possible.

Pour cette seconde étape, le brûleur, dans l'exemple décrit, est configuré pour réaliser le pré-mélange au préalable à l'intérieur de lui-même, en l'occurrence dans un espace dit de pré-mélange du caisson 7.

Il est également configuré pour mettre le pré-mélange en rotation. Cette rotation, dans l'exemple illustré, est réalisée de préférence également dans le caisson en amont du nez de combustion.

5 A cet effet, les accès d'air de pré-mélange 10A mentionnés ci-dessus débouchent dans le caisson au même titre que les lumières d'accès 8 de gaz combustible pour qu'un pré-mélange y soit effectué à l'aide de moyens de mélange 11 décrits ultérieurement.

10 Toutefois, dans une variante, le pré-mélange pourrait être effectué au préalable à l'extérieur du brûleur par exemple dans une enceinte prévue à cet effet dans laquelle on respecte un taux supérieur au taux d'inflammabilité.

Pour le gaz concerné de l'exemple, le mélange s'effectue à un taux  
15 supérieur de 5 à 20 % au seuil d'inflammabilité avec un taux d'air insuffisant (des proportions allant de 78 à 95% de gaz dans le mélange).

Pour des raisons de sécurité et d'efficacité, on préfère adopter un taux  
inférieur de 10 à 20% de l'air total à fournir.

20 Dans une variante, pour certaines applications, on pourrait mettre en oeuvre le procédé en réalisant un pré-mélange avec un taux de gaz combustible insuffisant dans les mêmes proportions de 5 à 20% ou avec des proportions différentes pour des applications particulières de bio gaz ou de brûlages de COV.

25 Dans une troisième étape de mise en oeuvre, on éjecte le flux complémentaire au centre du flux de pré-mélange par le biais du flux d'air complémentaire central et/ou autour du flux de pré-mélange par le biais du flux d'air complémentaire périphérique, de manière à atteindre le seuil d'inflammabilité  
30 au nez de combustion.

Dans l'exemple décrit, l'éjection du flux complémentaire s'effectue à la fois au centre et en périphérie de manière à atteindre un meilleur mélange final.

A cet effet, le brûleur est configuré pour faire déboucher le flux de pré-mélange en forme de couronne 12 situé entre un tuyau central 13 et la périphérie 14 de l'extrémité avant du caisson.

5 Selon un mode de mise en oeuvre du procédé, le flux de pré-mélange est obtenu par incorporation d'air de pré-mélange dans du gaz combustible.

En effet, les combustibles pauvres, généralement résiduels, sont distribués sous très faibles pressions et compte tenu des volumes importants souvent mis en jeu, il est important de faciliter l'écoulement de ces gaz par des effets  
10 d'entraînements mécaniques.

Pour cette mise en oeuvre, le brûleur comporte les moyens d'incorporation 11 mentionnés précédemment qui injectent de l'air dans le gaz combustible.

L'incorporation est effectuée directement dans une enceinte du caisson  
15 ayant un espace de pré-mélange 16 (figure 2) délimité entre un tuyau central 13 et une paroi interne 31 du caisson.

Selon un mode de mise en oeuvre, l'incorporation est réalisée par injection  
20 d'air de pré-mélange, à une entrée du gaz combustible dans le brûleur de manière à:

- entraîner le gaz combustible dans un espace de pré-mélange 16,
- réaliser le pré-mélange par des turbulences résultant de l'injection,
- et diriger le pré-mélange en direction du nez de combustion tout en initiant  
une rotation autour de l'axe central.

25

A cet effet, le brûleur comporte des moyens d'injection comprenant des buses 17 ou orifices calibrés directionnels à fort débit disposés dans les moyens d'incorporation 11 profilés et orientés vers l'espace de pré-mélange 16 au niveau  
des lumières 8.

30

Le gaz situé à proximité et autour des lumières 8 est entraîné par la dépression générée par les jets d'air en sortie des buses dirigées par l'orientation des jets et mélangés par les turbulences des jets. Un mouvement de rotation du

mélange est également initié à ce niveau dans l'espace de pré-mélange par l'orientation des jets d'air.

Ces moyens d'injection ont de préférence un régime permanent.

5 Les moyens d'incorporation peuvent comprendre également de préférence des deuxièmes moyens d'injection d'air de pré-mélange. Ces moyens d'injection sont disposés de manière à réaliser une incorporation d'air parallèlement à l'axe central et en dirigeant le flux de pré-mélange en direction du nez de combustion.

10 Ces moyens d'injection ont de préférence un régime progressif selon le niveau de puissance utilisée.

Ces seconds moyens d'injection peuvent être formés, comme dans l'exemple illustré, de tubes 21 autour d'orifices 22 dans la paroi 23 de l'extrémité arrière du brûleur (fig. 3, 10, 11). Ces tubes ont de préférence des longueurs  
15 différentes et sont au nombre de cinq dans l'exemple. Ils s'étendent à l'intérieur de l'espace de pré-mélange à partir d'arrivées d'air ou d'orifices 22 disposées sur la paroi 23 ou face arrière du brûleur.

20 Les orifices 22 sont de préférence obturés par des clapets (non illustrés) manœuvrables par des ressorts tarés ou des commandes électriques.

25 Les clapets peuvent être disposés sur les orifices avec ou sans tubes. Les tubes permettent, d'une part, d'éviter que les écoulements respectifs ne se perturbent et, d'autre part, d'amener de l'air en des points différents avec une garantie de sa distribution.

30 Les orifices ont une taille déterminée de manière à éviter de se trouver trop massivement dans les limites d'inflammabilité, et qu'il y ait localement des conditions favorables à une combustion qui détériorerait le brûleur.

En variante, on pourrait réaliser l'incorporation de gaz dans l'air, par exemple en permutant les différentes arrivées et en réglant les débits respectifs. Cette variante est envisageable notamment pour réchauffer de grands volumes d'air (applications de séchages) ou brûler des COV.

Dans ce cas, le gaz de pré-mélange remplacerait l'air de pré-mélange et les écoulements, le pré-mélange pourrait être inchangé et les écoulements centraux et périphériques pourraient concerner par exemple du gaz combustible au lieu  
5 d'air de combustion.

Selon un mode de mise en oeuvre, le flux d'air complémentaire central est éjecté en rotation devant le nez de combustion et en écoulement divergent pour pénétrer le flux de pré-mélange et le flux d'air complémentaire périphérique est  
10 éjecté en écoulement convergeant et en forte rotation spiralée.

A cet effet, le brûleur est configuré dans l'exemple avec un déflecteur conique 18 en sortie du tuyau central 13 et des ailettes 19 dans le tuyau qui mettent le flux d'air central en rotation. D'autres moyens équivalents peuvent également convenir, comme par exemple, des orifices calibrés directionnels ou  
15 des lumières orientées dans une paroi de séparation.

De préférence, l'air central est divergent avec un angle au sommet de 60 à 180° ou de 30 à 90° par rapport à l'axe du brûleur.

20 Cette éjection ainsi produite permet d'obtenir une bonne pénétration de l'air dans le pré-mélange de manière à compléter au mieux le taux d'air manquant.

Le flux d'air central de l'exemple a préalablement pénétré l'entrée 9 dans le conduit interne du tuyau 13, dans l'espace annulaire autour de la perche  
25 centrale 51.

Le cas échéant, cet air central peut avoir une autre fonction expliquée ultérieurement, qui est de venir alimenter à sa base d'éjection un gaz riche qui serait distribué en couronne autour de l'air central, lors de son utilisation en  
30 particulier lors de démarrages ou d'insuffisances de gaz pauvre.

Quant à l'air complémentaire périphérique, le brûleur est configuré avec des buses d'injection 20a, 20b disposées sur une couronne 14 de l'extrémité ou face avant du caisson 26a. Les buses sont orientées à la fois tangentiellement à un



cercle centré sur l'axe central et orientées vers l'avant. La rotation spiralée est obtenue par cette double inclinaison des buses.

L'air périphérique enveloppe le flux de gaz pauvre et en accentue la rotation. Il est distribué à grande vitesse et optimise le mélange.

Les buses 20a, 20b sont alimentées par l'espace de pré-éjection périphérique 30 situé dans une double paroi du caisson à l'avant du caisson, lui-même alimenté par les moyens d'arrivée 10A ménagés au voisinage de l'extrémité arrière 26b du caisson.

On va décrire ci-après des sous-parties du brûleur, en référence aux figures correspondantes, à savoir, le caisson, le tube central et la perche centrale.

Le caisson du brûleur :

En référence aux figures 6 à 9, le caisson 7 a une forme générale de révolution et comporte :

- une double paroi périphérique formée d'une paroi externe 24 et interne 25,
- une extrémité ou face avant 26a, formée d'une couronne 14 comportant les moyens d'injection périphérique 20a, 20b;
- une extrémité ou face arrière 7B comportant des différentes arrivées ou alimentations 10, 10A au moins en flux d'air périphérique et de pré-mélange,
- un espace 27 de circulation d'air délimité par la double paroi permettant de mettre les deux extrémités 26a et 26b en communication,
- des lumières d'admission 8 sur la double paroi périphérique, ces lumières étant destinées à s'interfacer entre un espace interne 16 dans le caisson dit espace de pré-mélange et l'extérieur.
- des conduites, en forme de poutres creuses 11, situées dans l'épaisseur de la double paroi. Ces conduites s'étendent entre les lumières 8, entre un espace de réception de flux d'air 10A ou arrivée disposé à l'extrémité arrière 7B et un espace de pré-éjection 30 de l'air périphérique situé à l'extrémité avant.
- des buses d'injection d'air de pré-mélange 17 disposées sous les conduites. Ces buses sont configurées de manière à réaliser ladite première

injection permanente d'air de pré-mélange; ces conduites et les buses font parties des moyens d'incorporation mentionnés précédemment.

5 Ces buses sont en fait des perçages de sortie ménagés dans la couronne dont une des fonctions est de fermer l'extrémité avant de la double paroi du caisson; l'autre extrémité arrière de la double paroi étant fermée par une paroi 23B.

10 Ces perçages communiquent avec l'espace de pré-éjection 30 de la double paroi et débouchent à l'extérieur à travers une paroi interne du caisson; les buses sont disposées sur la couronne en étant décalées par rapport à l'axe radial R du caisson et inclinées vers l'avant par rapport à un plan perpendiculaire au caisson.

15 Les buses sont décalées et inclinées de différentes manières selon une alternance. Les angles proposés sont spécifiques à cette puissance de brûleur, mais seraient fatalement modifiés pour une autre taille de brûleur. Ces angles sont déterminés pour que les jets des orifices consécutifs ne se perturbent pas, et qu'ils ne viennent pas percuter l'extrémité du tube 13 ni gêner l'écoulement des fluides sortant de la couronne de gaz contenue entre 13 et 56, ni l'air complémentaire central divergent. Ce cône divergent doit quasiment « s'engrener » avec le jet 20 complémentaire périphérique convergent dont l'angle est le plus fermé (ici 15°). L'angle de l'orifice suivant est plus ouvert afin de continuer plus loin dans la rotation le travail de l'orifice précédent.

25 Une première série de buses (20a) peut être inclinée de 5° à 45 ° vers l'avant, (15° préféré dans l'exemple de réalisation) et de 30 à 65° par rapport à l'axe radial (R), (44° préféré dans l'exemple) et une seconde série de buses (20b) inclinées de 25 à 65° vers l'avant (45° préféré dans l'exemple), et de 30 à 70 ° par rapport à l'axe radial (53° préféré dans l'exemple).

30

Le caisson peut comporter également des orifices 55 disposés sur la paroi interne 25 au niveau de la chambre de pré-éjection 30. Ces orifices permettent d'alimenter le dispositif à ailettes 37 à partir de la chambre 30 pour améliorer le mélange air /gaz pauvre entre les ailettes.

Le tube central :

En référence aux figures 10 et 11, un tube central 13, destiné à être monté centré sur l'axe central, est dimensionné pour s'étendre longitudinalement entre les deux extrémités du caisson et les mettre en communication.

Ce tube comporte :

- une surface externe 35 destinée à délimiter l'espace de pré-mélange avec la paroi interne 25 ou face interne 31 de la double paroi du caisson, et une surface interne 52;
- des moyens de fixation au caisson et de réception d'un caisson 36 à air ou à gaz disposé(s) à l'arrière du tube;
- un premier dispositif à ailettes 37, disposé à l'avant du tube; lesdites ailettes 37 s'étendant dans l'espace d'écoulement du pré-mélange entre la paroi externe 35 du tube et la paroi interne du caisson 25 ou face interne 31; elles sont profilées de manière à créer une rotation du flux de pré-mélange lors de son écoulement vers la sortie du caisson ; un espace entre le caisson et le tube forme un conduit 38 (fig. 1) en forme de couronne destiné à véhiculer le flux d'air de pré-mélange ;
- une paroi 23 formant un épaulement radial du tube central, ladite paroi séparant l'espace de pré-mélange avec l'arrière du tube central lui-même en communication avec le caisson à air.

La perche centrale:

En référence à la figure 12, la perche centrale 51 est destinée à être disposée dans le tube central 13 et centrée sur l'axe central.

Le brûleur comporte également un second dispositif à ailettes 19 disposé à l'intérieur et au voisinage de l'avant du tube central.

Les ailettes sont fixées dans l'exemple, sur la perche centrale 51 qui traverse le tube central; elles sont destinées à s'étendre de la surface de la perche 50 jusqu'à la paroi interne 52 du tube central.

Le brûleur peut comporter également un "cône de brûlage" 18 formant déflecteur situé en aval du tube central et espacé de lui de manière à effectuer un

échappement divergent du flux d'air central. Dans l'exemple illustré, le cône de brûlage est disposé à l'extrémité avant de la perche axiale 51.

5 Le gaz est éjecté à l'extrémité de la perche, selon un angle divergent défini par une série d'orifices calibrés 54 disposés en couronne autour du déflecteur conique 18 qui permet d'éjecter ce gaz sur une circonférence maximale, afin que les jets éventuels de gaz riche prennent naissance au plus près de l'air de combustion central, et aient une impulsion maximale en percutant l'écoulement de gaz pauvre.

10

De préférence, pour de meilleurs résultats, le déflecteur conique peut être un déflecteur 18b comportant une dentelure périphérique 52, et ayant des orifices centraux 53 débouchant à l'intérieur du conduit de la perche centrale.

15

D'une manière générale, le brûleur est dimensionné pour recevoir, en régime normal de fonctionnement, une éjection de flux complémentaire à une très grande vitesse supérieure à 100 m/s tandis que le flux de pré-mélange est éjecté à une vitesse comprise de 40 à 80 m/s.

20

Le cas échéant en variante de réalisation, le brûleur peut comprendre une alimentation en gaz riche. Dans l'exemple, le gaz riche est amené sous pression en périphérie du tube central directement dans l'espace de pré-mélange.

25

De préférence, pour des brûleurs de très grandes puissances (supérieure à 20 Méga watt), le gaz riche est distribué autour du tube central de manière à se mélanger intimement avec le pré-mélange.

A cet effet, le tube central peut comporter :

30 - un caisson annulaire 36 de réception et de distribution du gaz autour de plusieurs orifices traversant la paroi arrière 23 en forme d'épaulement annulaire du tube central;

- une portion de tube 56 disposée en double paroi partielle autour du tube central de manière à véhiculer le flux entrant dans la chambre de pré-mélange jusqu'à sensiblement une mi-distance de la chambre;

- et un cône de raccordement 57 de la double paroi au caisson par l'intermédiaire de l'épaulement de manière à collecter le gaz riche;
- accessoirement, un déflecteur annulaire 58 placé à distance de l'extrémité de la double paroi de manière à faire diverger le gaz riche et favoriser un brassage avec l'air;
- 5 - alternativement ou en complément au déflecteur ci-dessus, une série d'orifices, 59 calibrés et ménagés à travers le tube central, est disposé en couronne juste en amont du déflecteur 58 de manière à permettre à l'air complémentaire central d'être éjecté dans le flux de gaz riche et contribuer ainsi à le faire diverger.

10

Selon une variante de réalisation, le caisson 36 peut être relié à un tube d'alimentation en gaz riche (les orifices 10A2 étant obturés) ou un autre caisson 36B (non représenté) enveloppant le caisson 36 et étant relié au tube d'alimentation. Des orifices calibrés disposés selon un angle divergent peuvent être ménagés dans une bague reliant les deux tubes 13 et 56B à l'extrémité avant.

15

Eventuellement, la portion de tube 56 (double paroi) peut s'étendre jusqu'à l'extrémité du tube central 13 formant une double paroi centrale 56B de manière à éjecter le gaz riche directement au nez de combustion autour de l'air central.

20

Par contre pour des brûleurs de moindre puissance (par exemple inférieur à 20 Méga Watt), le gaz riche est amené toujours sous pression mais dans la perche centrale. Il est éjecté, selon un angle divergeant défini, par une série d'orifices calibrés 53 disposés en couronne autour d'un dispositif particulier (déflecteur à dentelures périphériques 52 ) qui permet d'éjecter ce gaz sur une circonférence maximale, afin que les jets de gaz riche prennent naissance au plus près de l'air de combustion, et aient une impulsion maximale en percutant l'écoulement de gaz pauvre.

25

Ces configurations ci-dessus permettent d'obtenir une flamme consistante et de structure continue et de surface maximale (optimisation des transferts thermiques dans le foyer). Le gaz riche est ainsi alimenté en air de combustion à sa base quelle que soit la composition/ proportion des combustibles : gaz unique et pur ou gaz en mélanges.

30

Le brûleur est conçu en modules mécano- soudés permettant un maximum de souplesse et de facilité de conception, d'adaptation, de construction, d'installation et d'entretien, sachant que :

- 5       - l'air de combustion peut être plus ou moins chaud,
- pour des installations à brûleurs multiples disposés côte à côte, les sens de rotation des fluides doivent s'engrener pour ne pas perturber la combustion et les écoulements dans le foyer,
- il permet de remplacer facilement des brûleurs existants,
- 10       - les combustibles riches peuvent être de différentes qualités.

On va maintenant décrire les écoulements possibles des différents flux selon un mode de fonctionnement du brûleur.

15       Une flamme d'allumage est apportée devant le nez du brûleur par l'intermédiaire d'un tube de guidage du brûleur d'allumage 60 (fig. 1). Le circuit d'air permanent est alors activé par une pompe (non représentée) qui insuffle de l'air de combustion à l'arrière du brûleur en mettant le caisson d'alimentation d'air ZC en pression.

20

Une fraction de l'air de combustion pénètre dans la double paroi 27 du caisson (fig. 6) à travers les orifices d'entrée 10 par exemple rectangulaires et ménagés dans la paroi annulaire 23B fermant la double paroi sur l'arrière; tandis qu'une autre fraction pénètre directement le double caisson vers les buses 20a, 20b..

25

Une partie de cette fraction pénètre dans les poutres 11 (fig. 8) tandis que l'autre partie alimente directement une chambre de pré-éjection d'air périphérique 30 via une double paroi partielle du caisson (fig.7) dite d'inflexion qui est exempte de lumières et qui s'étend sur un angle environ de 90° entre des parois radiales 32 et 33.

30

Les poutres sont mises sous pression et de l'air de combustion s'échappe des buses en direction tangentielle(fig. 7) à un cercle centré sur l'axe central et vers les ailettes du premier dispositif de mise en rotation.

Le gaz de combustion qui peut être sous légère pression (généralement inférieure à 200 mm CE) rentre transversalement dans le caisson sous un effet d'entraînement des jets d'air au niveau des ouvertures 8 entre les poutres 11; les  
5 turbulences effectuent un pré-mélange ou brassage dans l'espace de pré-mélange 16 du caisson à l'entrée du dispositif à ailettes (fig. 7) notamment par inflexion contre la paroi d'inflexion 31.

Comme les poutres débouchent également dans la chambre de pré-éjection  
10 30 d'air périphérique, elles contribuent à y conduire de l'air en plus de celui véhiculé par l'intérieur de la double paroi d'inflexion ou de guidage 24, 25.

De l'air de combustion pénètre également par l'entrée 9 du tube central 13 (fig. 10, 11) et débouche directement au niveau du nez 6 après être passé dans  
15 l'espace entre les ailettes du second dispositif à ailettes 19 (fig. 2) où il prend un mouvement de rotation. Cet air ressort devant le nez de manière divergente par le biais du déflecteur conique 18 placé devant.

Pendant ce temps, l'air périphérique est éjecté de la chambre 30 (fig.9, 14-16)  
20 sous forme de deux tourbillons via les buses périphériques 20a, 20b au devant du nez de combustion

Quand le pré-mélange arrive à la sortie avant du brûleur où il est éjecté en un tourbillon annulaire, il est pris en tenaille et brassé par les deux flux d'air central et  
25 périphérique qui le pénètrent intimement.

Les sens de rotation des différents flux d'air peuvent être contraires à celui du flux de pré-mélange mais de préférence dans le même sens.

Le cas échéant de l'air supplémentaire peut rentrer dans la chambre de pré-mélange par les tubes 21 ou clapets (fig.10, 11) disposés sur une paroi annulaire  
30 23 venant en épaulement du tube central et enrichir le mélange en air.

De l'air peut aussi provenir de l'arrière du caisson 36 par des orifices 10A2 et enrichir le pré-mélange.

Le cas échéant (fig. 6), de l'air peut s'échapper du caisson à partir de la chambre de pré-éjection 30 à travers des orifices 55 ménagés dans la paroi inférieure du caisson et pénètre radialement dans le dispositif à ailettes 37 entre les ailettes. Cela permet d'améliorer le brassage du mélange de gaz avec l'air.

5

En cas d'utilisation de plusieurs brûleurs disposés à proximité l'un de l'autre dans une chambre de combustion d'une installation, il faut veiller à ce que les différents tourbillons s'engrènent. A cet effet, l'orientation de différentes buses et d'ailettes doit être adaptée. Par exemple, les tourbillons périphériques doivent être

10

Ainsi, l'invention procure les avantages ci-après :

- La flamme est stable et bien accrochée, et on élimine toutes les vibrations dues aux instabilités de la combustion;

15

- Aucun réglage n'est requis;

- Une parcellisation de l'air de combustion est possible en plus de deux, voire plus de trois fractions;

20

- Aucune nécessité de combustible de soutien pour compenser des irrégularités de mélange ou pauvreté du gaz combustible, ni des dispositifs ou équipements associés ce qui autorise une économie de combustible riche en cas de pénurie de gaz pauvre.

- Possibilité de fonctionner normalement en gaz riche pur et seul;

25

- Suppression du réchauffage de gaz ou de l'air de combustion résultant de la capacité du brûleur à brûler correctement des gaz à très faibles PCI (<750 Kcal/m<sup>3</sup>) en gaz froid et air froid; Généralement, le réchauffage de l'air de combustion d'un brûleur de 20 MW s'effectuait à 200 °C;

- Réduction de la teneur en oxygène des fumées du fait d'une très bonne combustion grâce à un mélange air-combustible optimisé. La teneur en oxygène des fumées a été réduite à 0,6 - 1 % au lieu de 2 %;

30

- Il y a une augmentation de la température de flamme de 60 à 80°C, provoquant un fort accroissement des transferts thermiques dans les foyers (+15%). La productivité de la chaudière s'en trouve de fait améliorée si la resurchauffe peut suivre;



- Il y a réduction importante des pertes aux fumées (à température constante) car le volume de fumées baisse dans la même proportion que le facteur d'air, soit de 10 à 15 %. Le rendement de la chaudière s'en trouve de ce fait amélioré d'au moins 1 point. Pour une chaudière de 100 MW, cela représente plus de 10  
5 GWh/an de combustible;

- Réduction de la consommation électrique des ventilateurs d'air et fumées à brasser dans la mesure où les volumes d'air et de fumées à brasser étant plus réduits, il en résulte également une diminution de la taille des ventilateurs de soufflage et de tirage de l'ordre de 15 à 20 % et une réduction de leur  
10 consommation de plus de 10 %.

## REVENDICATIONS

1. Procédé pour réaliser la combustion d'un gaz combustible pauvre à l'aide  
5 d'au moins un brûleur comprenant une tête de combustion sur un axe central (x),  
procédé dans lequel on crée un mélange de gaz combustible et d'air de  
combustion en rotation autour de l'axe central, ledit procédé étant caractérisé en  
ce qu'il comporte les étapes suivantes selon lesquelles on éjecte devant la tête de  
combustion:
- 10 - un flux de pré-mélange non inflammable contenant un mélange d'air de pré-  
mélange et de gaz combustible,  
- un flux complémentaire de manière à atteindre un seuil d'inflammabilité du  
mélange devant le nez de combustion, le flux étant éjecté au centre du flux de pré-  
mélange par le biais d'un flux complémentaire central et/ou autour du flux de pré-  
15 mélange par le biais d'un flux complémentaire périphérique.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le flux  
complémentaire est un flux d'air.
- 20 3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le  
flux de pré-mélange est obtenu par incorporation d'air de pré-mélange dans du  
gaz combustible.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce  
25 que l'incorporation est effectuée dans un caisson relié au brûleur.
5. Procédé selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que  
ladite incorporation est réalisée, à une entrée (8) du gaz combustible dans le  
brûleur, par injection d'air de pré-mélange de manière à entraîner le gaz  
30 combustible dans un espace de pré-mélange, réaliser le pré-mélange par des  
turbulences résultant de l'injection et diriger le pré-mélange en direction de la tête  
de combustion tout en initiant une rotation autour de l'axe central.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- 5 a) le flux d'air complémentaire central est éjecté en rotation devant le nez ou tête de combustion et en écoulement divergent pour pénétrer le flux de pré-mélange,
- b) le flux d'air complémentaire périphérique est éjecté en écoulement convergeant et en forte rotation spiralée.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le mélange de gaz combustible et d'air de combustion est réalisé par incorporation d'une quantité nécessaire parcellisée de l'un dans l'autre par de nombreux jets orientés.

8. Brûleur pour gaz combustible pauvre du type comprenant un nez ou tête de combustion sur un axe central (x) et des moyens d'alimentation d'un mélange de gaz combustible et d'air de combustion en rotation autour de l'axe central, brûleur, caractérisé en ce qu'il est configuré de manière à éjecter devant la tête de combustion (6):

- 15 - un flux de pré-mélange non inflammable contenant un mélange d'air de pré-mélange et de gaz combustible,
- 20 - un flux complémentaire de manière à atteindre un seuil d'inflammabilité du mélange devant la tête de combustion, ledit flux étant éjecté au centre du flux de pré-mélange par le biais d'un flux d'air complémentaire central et/ou autour du flux de pré-mélange par le biais d'un flux d'air complémentaire périphérique.

25 9. Brûleur selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il est configuré de manière à scinder un flux d'air en au moins un flux d'air de pré-mélange, et un flux d'air complémentaire comprenant au moins un flux d'air complémentaire central et/ou un flux d'air complémentaire périphérique.

30 10. Brûleur selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il est configuré de manière à éjecter :

- a) le flux d'air complémentaire central en rotation devant le nez de combustion et en écoulement divergent pour pénétrer le flux de pré-mélange,

b) le flux d'air complémentaire périphérique en écoulement convergent et en forte rotation spiralée.

11. Brûleur selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce qu'il  
5 comprend des moyens d'incorporation (11,17, 21) pour incorporer de l'air de pré-mélange dans du gaz combustible et obtenir le flux de pré-mélange.

12. Brûleur selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les  
10 moyens d'incorporation comprennent des moyens d'injection (17) pour réaliser, une première injection permanente d'air de pré-mélange dans un espace de pré-mélange (16) en amont du nez de combustion, ledit espace étant destiné à être en communication avec une enceinte (ZB) contenant le gaz combustible, ladite injection étant réalisée de manière à entraîner le gaz combustible dans l'espace de pré-mélange (16), réaliser le pré-mélange par des turbulences résultant de  
15 l'injection et diriger le pré-mélange en direction du nez de combustion (6) tout en initiant une rotation autour de l'axe central (x).

13. Brûleur selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que  
20 les moyens d'incorporation comprennent des deuxièmes moyens d'injection (21) d'air de pré-mélange, lesdits moyens d'injection étant disposés de manière à réaliser une incorporation d'air parallèlement à l'axe central de manière progressive, en fonction du niveau de puissance utilisée, et de manière à diriger le flux de pré-mélange en direction du nez de combustion.

25 14. Brûleur selon l'une des revendications 8 à 13, caractérisé en ce qu'il comporte un caisson cylindrique (7) ayant :

- une double paroi périphérique (24, 25), une extrémité avant (26a) configurée pour déboucher en sortie le flux d'air périphérique sur le nez de combustion et une extrémité arrière (26b) configurée pour recevoir au moins des  
30 flux d'air, les deux extrémités communiquant entre elles au moins par le biais d'un espace de circulation d'air (27) délimité par la double paroi,
- des lumières d'admission (8) sur la double paroi périphérique étant destinées à s'interfacer entre un espace interne dans le caisson dit espace de pré-mélange (16) et l'extérieur (ZB) dans une enceinte contenant le gaz,

- des conduites, en forme de poutres creuses (11), situées dans l'épaisseur de la double paroi et s'étendant entre les lumières (8), entre un espace de réception (10) de flux d'air disposé à l'extrémité arrière (26b) et un espace de pré-éjection (30) de l'air périphérique situé à l'extrémité avant, lesdites conduites  
5 comportant des buses d'injection d'air de pré-mélange (17) configurées de manière à réaliser ladite première injection permanente d'air de pré-mélange.

15. Brûleur selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comporte un tube central (13) centré sur l'axe central (x) à l'intérieur du caisson cylindrique (7) et s'étendant entre les deux extrémités du caisson (26a, 26b), ledit tube comportant :

- une surface externe (35) destinée à délimiter l'espace de pré-mélange (16) avec la paroi interne (31) de la double paroi du caisson,
- des moyens de fixation au caisson et de réception d'un caisson à air ou à gaz (36) disposé à l'arrière du tube,
- un premier dispositif à ailettes (37), disposé en avant du tube, lesdites ailettes étant profilées de manière à créer une rotation du flux de pré-mélange lors de son écoulement vers la sortie du caisson, lesdites ailettes s'étendant dans l'espace d'écoulement du pré-mélange entre la paroi externe du tube (35) et la  
20 paroi interne (31) du caisson.

16. Brûleur selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comporte un second dispositif à ailettes (19) disposé à l'intérieur et au voisinage de l'avant du tube central, lesdites ailettes étant fixées sur une perche centrale (51) et s'étendant entre la surface (50) de la perche et la paroi interne (52) du tube central.

17. Brûleur selon les revendications 13 et 15, caractérisé en ce que la deuxième injection d'air s'effectue par l'intermédiaire d'orifices (22) situés sur une paroi (23) en forme d'épaulement du tube central, ladite paroi séparant l'espace de pré-mélange (16) avec l'arrière du tube central en communication avec le caisson à air (ZC), lesdits orifices étant obturés par des clapets manoeuvrables par des ressorts tarés ou des commandes manoeuvrables.

18. Brûleur selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte des perçages de sortie sous forme de buses (20a, 20b) communiquant avec l'espace de pré-éjection (30) dans la double paroi et débouchant vers l'extérieur sur une paroi interne du caisson ou équivalent (25), lesdites buses étant disposées en couronne et décalées par rapport à l'axe radial (R) du caisson et dirigées vers l'avant.

19. Brûleur selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comporte une première série de buses (20a) inclinées de 5° à 45° vers l'avant et de 30 à 65° par rapport à l'axe radial (R) et une seconde série de buses (20b) inclinées de 25 à 65° vers l'avant et de 30 à 70° par rapport à l'axe radial.

20. Brûleur selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte un "cône de brûlage" formant déflecteur conique (18) situé en aval du tube central (13) et espacé de lui de manière à effectuer un échappement divergent du flux d'air central.

21. Brûleur selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le déflecteur conique (18) est disposé à l'extrémité de la perche axiale (51) traversant le tube central.

22. Brûleur selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le déflecteur conique (18) comporte une dentelure périphérique (52) et des orifices centraux (43) débouchant à l'intérieur du conduit de la perche centrale.

23. Installation de combustion d'un gaz combustible mettant en oeuvre le procédé selon les revendications 1 à 7 ou comportant au moins un brûleur selon les revendications 8 à 22.

24. Installation selon la revendication 23, caractérisée en ce qu'elle met en oeuvre ou comporte au moins deux brûleurs configurés de manière à engrener dans un sens commun le mouvement de rotation global résultant de leur flux de mélange devant le nez de combustion.

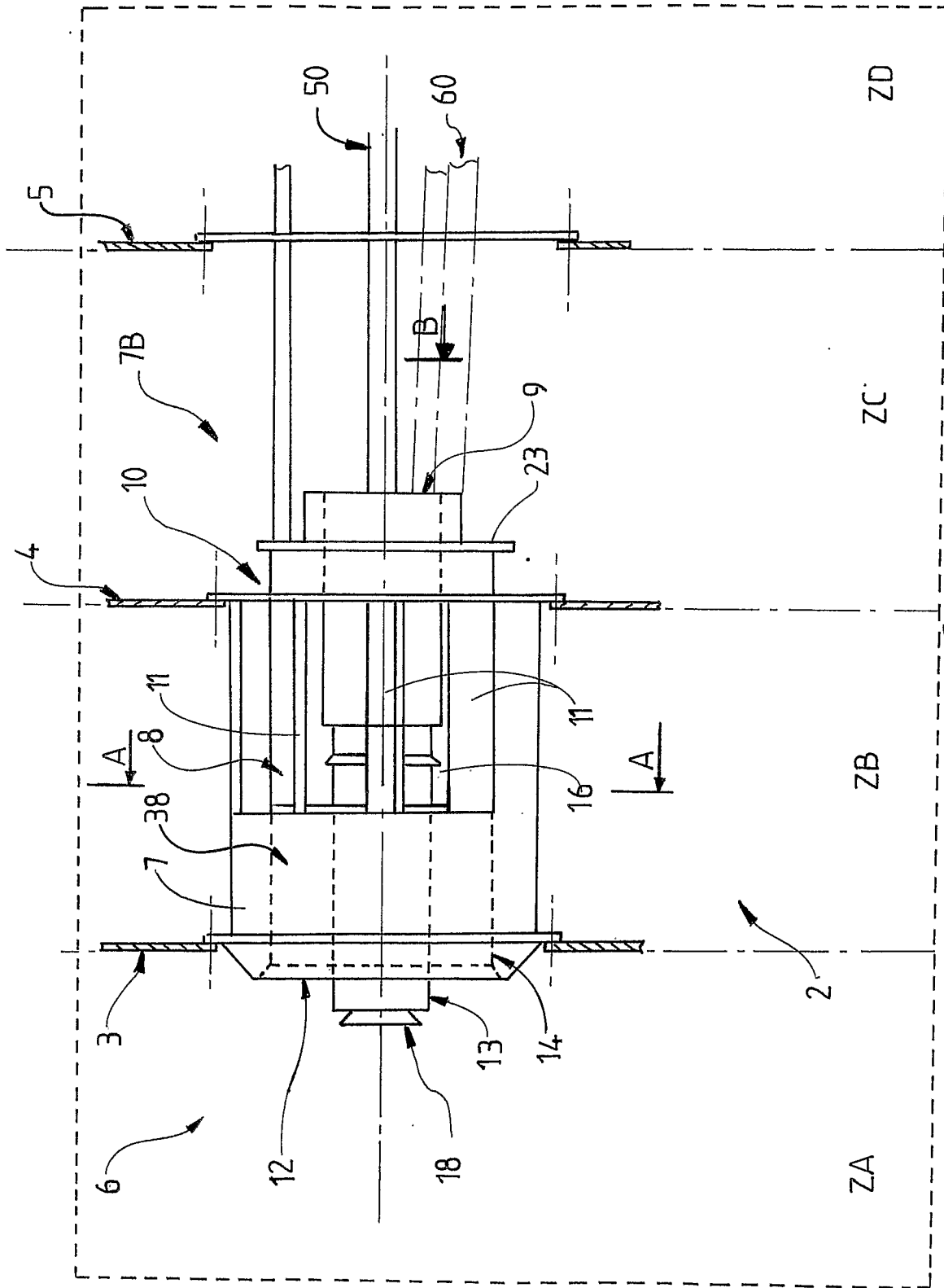
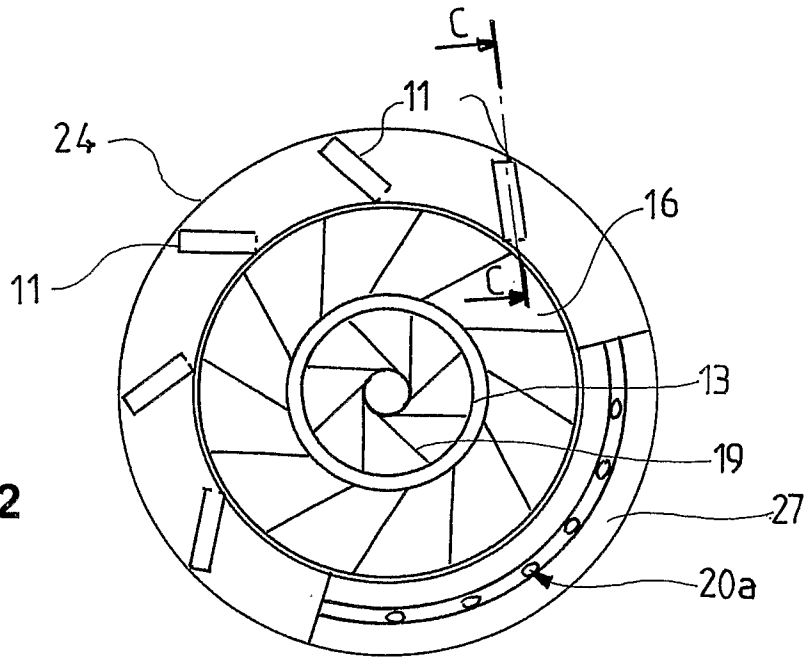
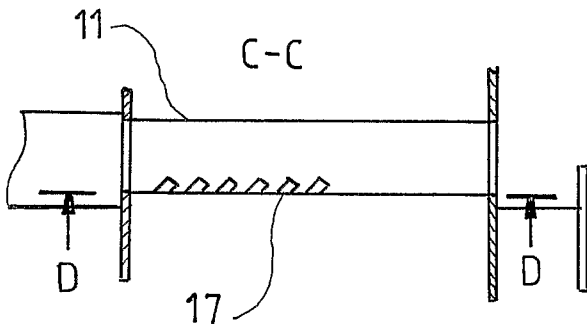


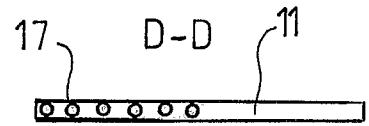
Fig.1



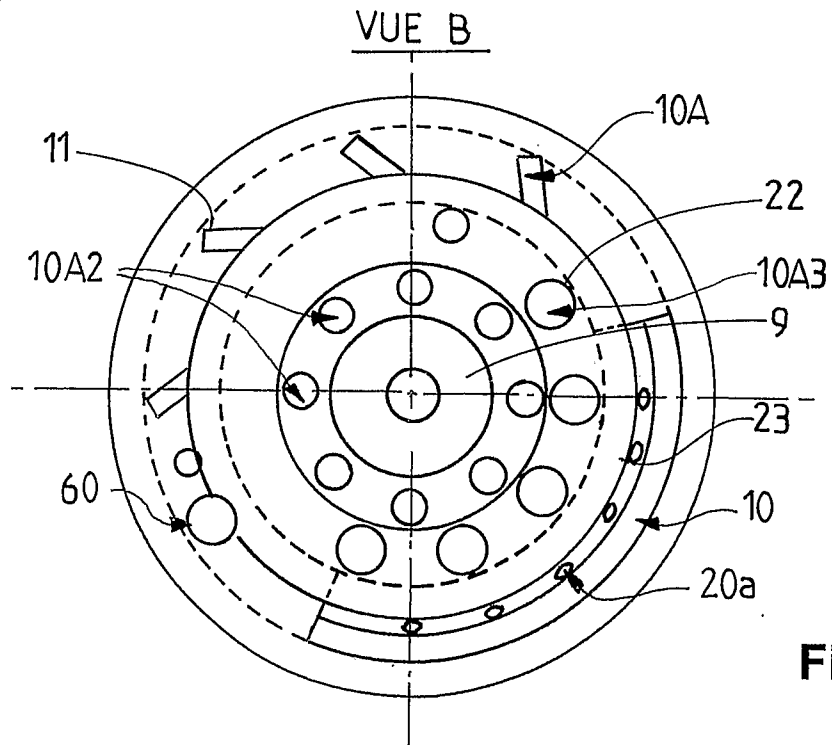
**Fig.2**



**Fig.4**



**Fig.5**



**Fig.3**



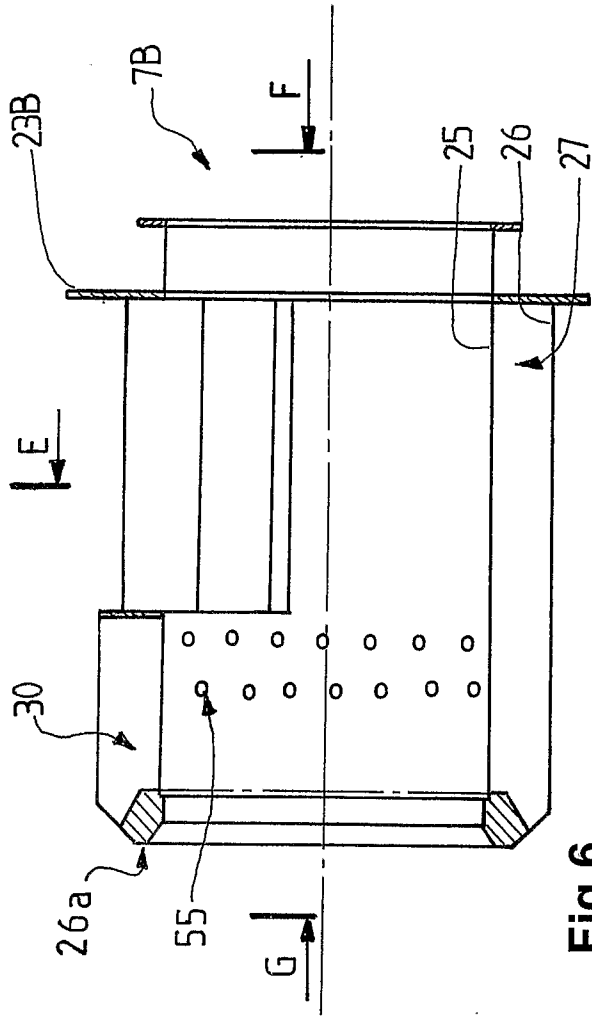


Fig.6

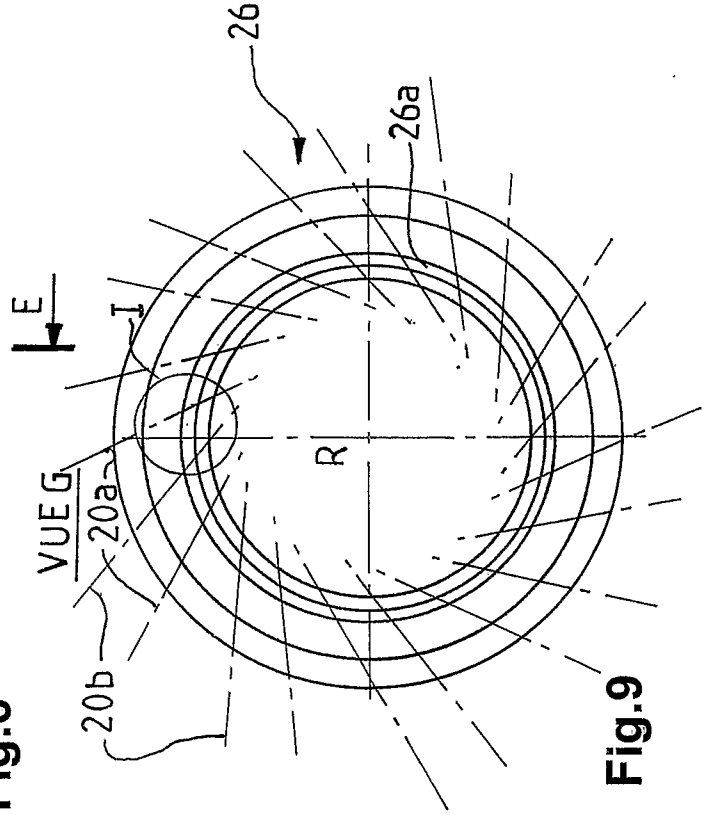


Fig.9

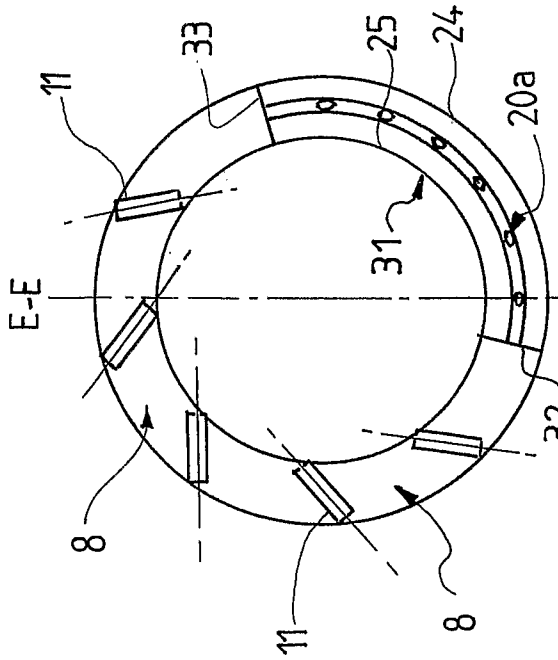


Fig.7

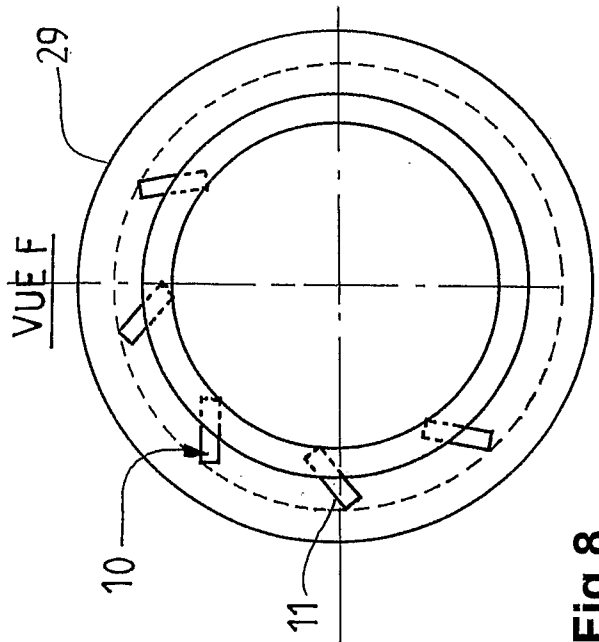


Fig.8

4 / 5

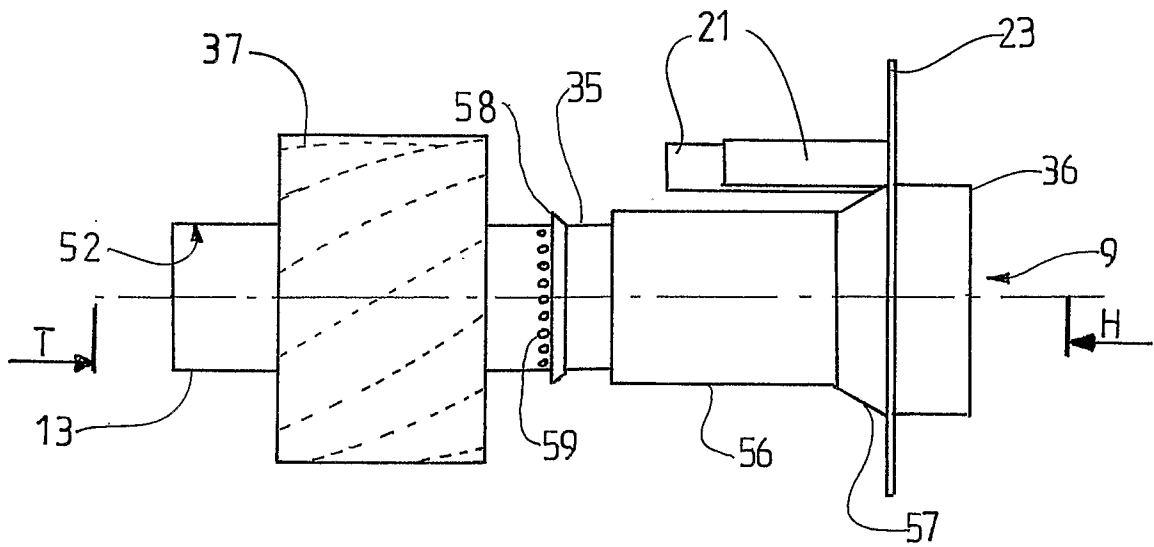


Fig.10

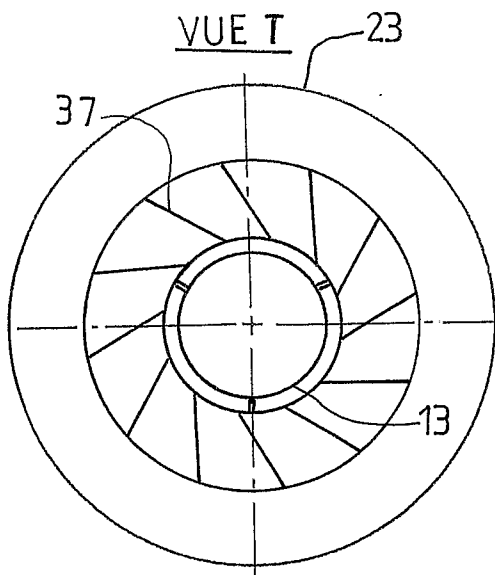


Fig.11A

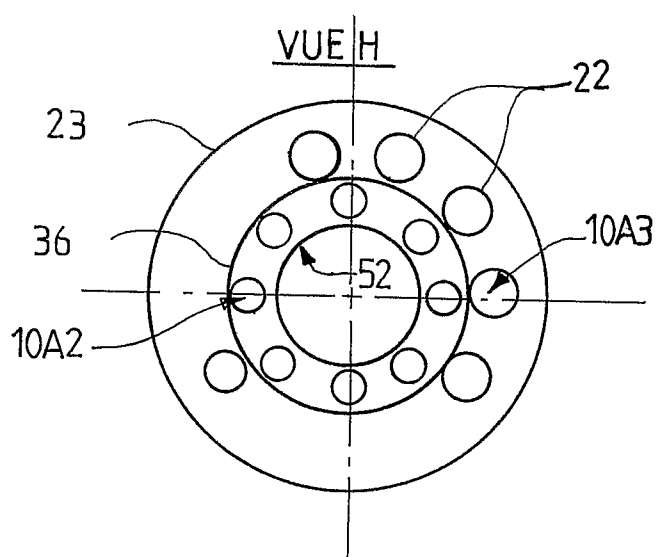


Fig.11

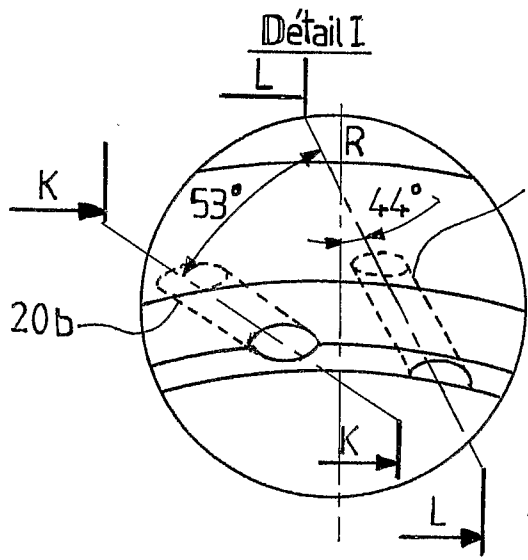


Fig.14

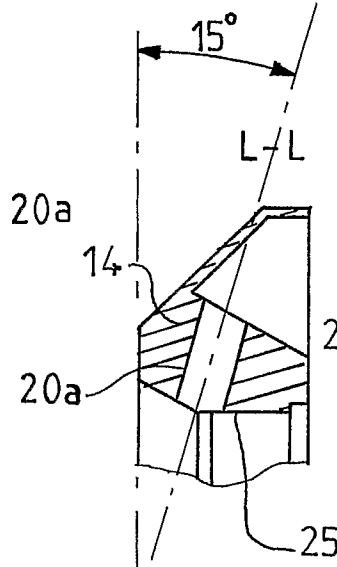


Fig.15

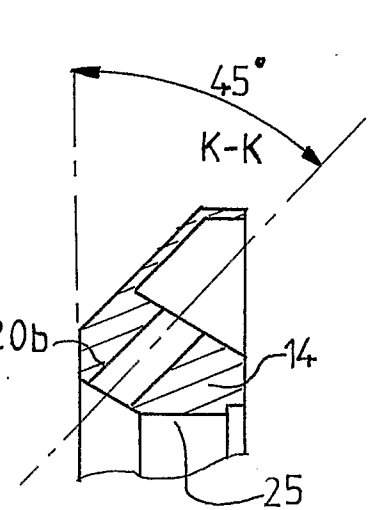


Fig.16

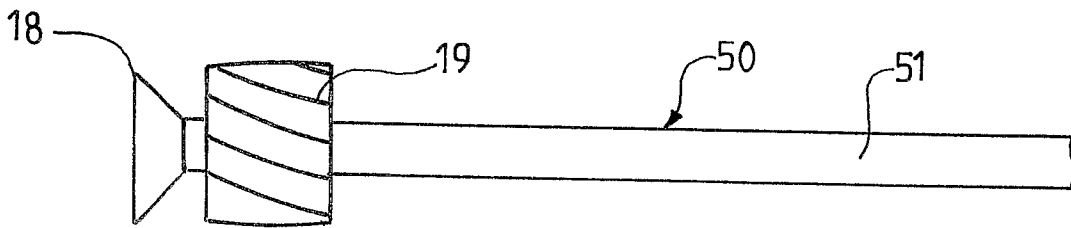


Fig.12

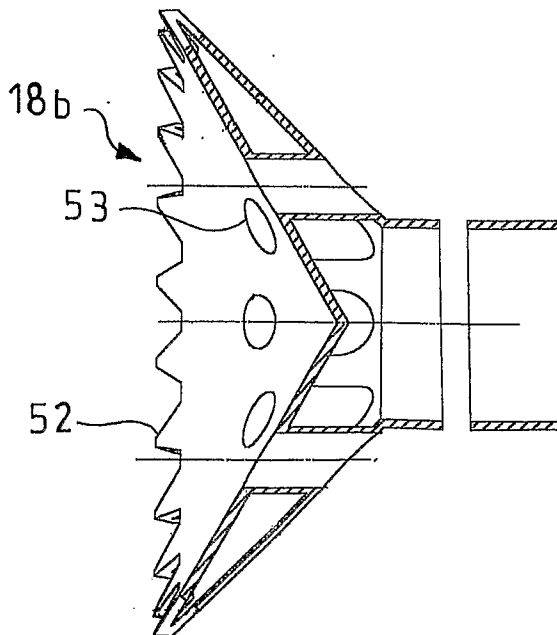


Fig.13

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2006/001821

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. F23D14/64 F23G7/06 F23C6/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 F23D F23G F23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
 EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 019 595 A (WULFERT ET AL) 1 February 2000 (2000-02-01)	1,4,8, 23,24
Y	column 1, line 32 - line 67 column 3, line 1 - line 8 column 4, line 9 - line 40	3,5-7
Y	GB 2 259 978 A (* KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO; KABUSHIKI KAISHA * KOBE SEIKO SHO) 31 March 1993 (1993-03-31) figure 1 page 1, paragraph 1 page 3, paragraph 1 page 5, line 22 - page 7, line 5	3,5,7, 11,12
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  21 November 2006	Date of mailing of the international search report  27/11/2006
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Mougey, Maurice
---	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2006/001821

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 198 (M-0965), 23 April 1990 (1990-04-23) -& JP 02 040417 A (CENTRAL RES INST OF ELECTRIC POWER IND; others: 01), 9 February 1990 (1990-02-09) abstract -----	1,2,8,9, 23
X	EP 0 178 198 A (TOTALGAZ CIE FSE; TOTALGAZ COMPAGNIE FRANCAISE DES GAZ LIQUEFIES SOCIE) 16 April 1986 (1986-04-16)	1,2,4,8, 9,14,23
Y	page 2, line 1 - line 30  page 4, line 21 - line 29 page 7, line 28 - page 8, line 22 page 8, line 27; figure 2 -----	10-12, 15,16
Y	US 4 257 762 A (ZINK ET AL) 24 March 1981 (1981-03-24) column 4, line 10 - line 36; figure 3 column 4, line 54 - line 60 column 5, line 22 - line 31 -----	6,10
Y	US 6 733 278 B1 (WELDEN DAVID P) 11 May 2004 (2004-05-11) column 2, line 41 - line 54; figure 2 -----	15,16
A	US 4 281 983 A (GOODNIGHT ET AL) 4 August 1981 (1981-08-04) figures 1,3 column 1, line 7 - line 10 column 5, line 15 - line 22 -----	1,8,21, 22
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 235 (M-415), 21 September 1985 (1985-09-21) -& JP 60 091126 A (BABCOCK HITACHI KK), 22 May 1985 (1985-05-22) abstract -----	1,8
A	US 6 263 676 B1 (KELLER JAKOB) 24 July 2001 (2001-07-24) column 1, line 57 - column 2, line 22 -----	1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2006/001821

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6019595	A	01-02-2000	BR 9710202 A DE 19627203 A1 WO 9801707 A1 EP 0907868 A1 JP 2000514171 T ZA 9705661 A	10-08-1999 08-01-1998 15-01-1998 14-04-1999 24-10-2000 23-01-1998
GB 2259978	A	31-03-1993	AU 656806 B2 AU 2535992 A DE 4231866 A1 JP 2524025 B2 JP 5079614 A	16-02-1995 29-04-1993 01-04-1993 14-08-1996 30-03-1993
JP 02040417	A	09-02-1990	JP 2755603 B2	20-05-1998
EP 0178198	A	16-04-1986	DE 3578727 D1 DK 401685 A ES 8701950 A1 FR 2569825 A1	23-08-1990 05-03-1986 01-03-1987 07-03-1986
US 4257762	A	24-03-1981	CA 1132038 A1 DE 2935290 A1 EP 0008842 A1 JP 1304827 C JP 55035895 A JP 60029851 B	21-09-1982 10-04-1980 19-03-1980 28-02-1986 13-03-1980 12-07-1985
US 6733278	B1	11-05-2004	NONE	
US 4281983	A	04-08-1981	CA 1134254 A1 EP 0018123 A2 JP 55134214 A	26-10-1982 29-10-1980 18-10-1980
JP 60091126	A	22-05-1985	JP 1713241 C JP 4000164 B	27-11-1992 06-01-1992
US 6263676	B1	24-07-2001	CN 1245276 A DE 59810551 D1 EP 0981016 A1	23-02-2000 12-02-2004 23-02-2000

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2006/001821

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. F23D14/64 F23G7/06 F23C6/04		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F23D F23G F23C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 019 595 A (WULFERT ET AL) 1 février 2000 (2000-02-01)	1,4,8, 23,24
Y	colonne 1, ligne 32 - ligne 67 colonne 3, ligne 1 - ligne 8 colonne 4, ligne 9 - ligne 40	3,5-7
Y	GB 2 259 978 A (* KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO; KABUSHIKI KAISHA * KOBE SEIKO SHO) 31 mars 1993 (1993-03-31) figure 1 page 1, alinéa 1 page 3, alinéa 1 page 5, ligne 22 - page 7, ligne 5	3,5,7, 11,12
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  21 novembre 2006		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  27/11/2006
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Mougey, Maurice

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2006/001821

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 198 (M-0965), 23 avril 1990 (1990-04-23) -&amp; JP 02 040417 A (CENTRAL RES INST OF ELECTRIC POWER IND; others: 01), 9 février 1990 (1990-02-09) abrégé</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,2,8,9, 23
X	<p>EP 0 178 198 A (TOTALGAZ CIE FSE; TOTALGAZ COMPAGNIE FRANCAISE DES GAZ LIQUEFIES SOCIE) 16 avril 1986 (1986-04-16)</p>	1,2,4,8, 9,14,23
Y	<p>page 2, ligne 1 - ligne 30</p> <p>page 4, ligne 21 - ligne 29 page 7, ligne 28 - page 8, ligne 22 page 8, ligne 27; figure 2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	10-12, 15,16
Y	<p>US 4 257 762 A (ZINK ET AL) 24 mars 1981 (1981-03-24) colonne 4, ligne 10 - ligne 36; figure 3 colonne 4, ligne 54 - ligne 60 colonne 5, ligne 22 - ligne 31</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	6,10
Y	<p>US 6 733 278 B1 (WELDEN DAVID P) 11 mai 2004 (2004-05-11) colonne 2, ligne 41 - ligne 54; figure 2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	15,16
A	<p>US 4 281 983 A (GOODNIGHT ET AL) 4 août 1981 (1981-08-04) figures 1,3 colonne 1, ligne 7 - ligne 10 colonne 5, ligne 15 - ligne 22</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,8,21, 22
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 235 (M-415), 21 septembre 1985 (1985-09-21) -&amp; JP 60 091126 A (BABCOCK HITACHI KK), 22 mai 1985 (1985-05-22) abrégé</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,8
A	<p>US 6 263 676 B1 (KELLER JAKOB) 24 juillet 2001 (2001-07-24) colonne 1, ligne 57 - colonne 2, ligne 22</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2006/001821

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6019595	A	01-02-2000	BR 9710202 A	10-08-1999
			DE 19627203 A1	08-01-1998
			WO 9801707 A1	15-01-1998
			EP 0907868 A1	14-04-1999
			JP 2000514171 T	24-10-2000
			ZA 9705661 A	23-01-1998
GB 2259978	A	31-03-1993	AU 656806 B2	16-02-1995
			AU 2535992 A	29-04-1993
			DE 4231866 A1	01-04-1993
			JP 2524025 B2	14-08-1996
			JP 5079614 A	30-03-1993
JP 02040417	A	09-02-1990	JP 2755603 B2	20-05-1998
EP 0178198	A	16-04-1986	DE 3578727 D1	23-08-1990
			DK 401685 A	05-03-1986
			ES 8701950 A1	01-03-1987
			FR 2569825 A1	07-03-1986
US 4257762	A	24-03-1981	CA 1132038 A1	21-09-1982
			DE 2935290 A1	10-04-1980
			EP 0008842 A1	19-03-1980
			JP 1304827 C	28-02-1986
			JP 55035895 A	13-03-1980
			JP 60029851 B	12-07-1985
US 6733278	B1	11-05-2004	AUCUN	
US 4281983	A	04-08-1981	CA 1134254 A1	26-10-1982
			EP 0018123 A2	29-10-1980
			JP 55134214 A	18-10-1980
JP 60091126	A	22-05-1985	JP 1713241 C	27-11-1992
			JP 4000164 B	06-01-1992
US 6263676	B1	24-07-2001	CN 1245276 A	23-02-2000
			DE 59810551 D1	12-02-2004
			EP 0981016 A1	23-02-2000