



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 718 560 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**05.01.2000 Bulletin 2000/01**

(51) Int Cl.7: **F23R 3/34**, F23R 3/50,  
F23R 3/10

(21) Numéro de dépôt: **95402626.6**

(22) Date de dépôt: **22.11.1995**

(54) **Chambre de combustion à deux têtes fonctionnant du ralenti au plein gaz**

Stufenbrennkammer, deren Vollastbrenner auch Leerlaufbrenner enthalten

Staged combustor where full load injectors also containing idling injectors

(84) Etats contractants désignés:  
**DE FR GB**

(30) Priorité: **23.11.1994 FR 9414014**

(43) Date de publication de la demande:  
**26.06.1996 Bulletin 1996/26**

(73) Titulaire: **SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE  
CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION,  
"S.N.E.C.M.A."  
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Alary, Jean-Paul D.  
F-94100 St. Maur des Fosses (FR)**

- **Salan, Yves F.A.  
F-91600 Savigny s/Orge (FR)**
- **Ansart, Denis R.H.  
F-77590 Bois le Roi (FR)**
- **Sandelis, Denis J.M.  
F-77370 Nangis (FR)**

(56) Documents cités:  
**WO-A-93/25851**                      **GB-A- 2 003 554**  
**GB-A- 2 010 408**                      **GB-A- 2 030 653**  
**GB-A- 2 269 449**                      **US-A- 4 012 904**  
**US-A- 4 292 801**                      **US-A- 5 323 604**

**EP 0 718 560 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** La présente invention concerne une chambre de combustion annulaire comportant des parois axiales réunies par un fond de chambre et plusieurs injecteurs de carburant disposés dans des trous traversant le fond de chambre, lesdits injecteurs étant répartis sur une tête pilote et sur une tête de décollage radialement espacée de la tête pilote, ladite chambre de combustion possédant une direction générale d'écoulement des gaz.

**[0002]** L'adoption de chambres de combustion à deux têtes dans les nouvelles turbomachines aéronautiques permet d'obtenir des taux de pollution réduits.

**[0003]** Ces chambres peuvent indifféremment posséder la tête pilote en externe et la tête de décollage en interne, ou inversement, la tête de décollage en externe et la tête pilote près de l'axe moteur.

**[0004]** En général, la tête de décollage est utilisée au régime plein gaz et n'est pas alimentée en carburant au régime de ralenti.

**[0005]** Il s'ensuit que ce type de chambre présente des inconvénients, quelle que soit la position des têtes. En particulier, lorsque la tête pilote est seule à fonctionner au ralenti, les températures des gaz en sortie de chambre varient entre la partie interne et la partie externe de la section de sortie de chambre. Ceci est préjudiciable à la bonne tenue thermique de l'aubage directeur situé à cette sortie.

**[0006]** L'état de technique est constitué de deux brevets déposés par la demanderesse.

**[0007]** GB 2 269 449 décrit une chambre de combustion à deux têtes où les injecteurs de décollages et les injecteurs pilotes sont disposés en quinconce sur les deux têtes. Il n'est pas prévu dans ce brevet de fonctionnement en simultané des deux types d'injecteurs.

**[0008]** GB 2 003 554 décrit une chambre de combustion à deux têtes. Une tête interne adaptée pour fonctionner au ralenti et une tête externe beaucoup plus courte adaptée pour des régimes de croisière ou de décollage. Les deux têtes fonctionnent séparément.

**[0009]** Le but de la présente invention est d'optimiser le profil radial des températures de chambre en sortie. Un autre but est d'améliorer le fonctionnement de la chambre au régime de ralenti.

**[0010]** La tête pilote étant équipée de N injecteurs de ralenti, de perméabilité P1, adaptés au régime de ralenti ;

**[0011]** L'invention atteint son but par l'adoption des caractéristiques suivantes :

- la tête de décollage est également équipée de N injecteurs de ralenti, de perméabilité P1, adaptés au régime de ralenti, et, en alternance de N injecteurs de décollage, de perméabilité  $P2 > P1$ , adaptés au régime de pleine charge, et
- suivant une vue de fond de chambre depuis l'intérieur de la chambre de combustion, parallèlement à ladite direction d'écoulement, les injecteurs de

carburant de perméabilité P1, de la tête pilote et de la tête de décollage sont disposés sensiblement en quinconce.

5 **[0012]** Cette disposition permet d'utiliser en outre un système d'allumage conventionnel quelle que soit la position de la tête pilote, même si elle est placée en interne.

10 **[0013]** Les injecteurs de décollage de perméabilité P2 sont allumés par propagation de flamme à partir d'une vitesse de rotation du compresseur à haute pression sensiblement égale à 70% de la vitesse nominale à plein régime, et fonctionnent jusqu'au plein gaz.

15 **[0014]** Selon des dispositions avantageuses, la perméabilité P1 est comprise entre 10% et 12% du débit d'air W36 qui entre dans la chambre de combustion, et la perméabilité P2 est comprise entre 26% et 35% du même débit d'air. Cette plage de valeurs pour P2 assure l'allumage des injecteurs de décollage par propagation de la flamme et des émissions de fumées et de NOx minimum au plein gaz.

20 **[0015]** Les valeurs adoptées pour P1 permettent de répondre aux cinq critères suivants :

- 25 1.- Ne pas dépasser la limite de surchauffe de la turbine Basse Pression lors du démarrage, ce qui exige une richesse dans l'injecteur inférieur à 3,2 ;
- 30 2.- Avoir un débit de carburant C minimum par injecteur supérieur à 4 kg/H, car en deçà de ce débit les injecteurs deviennent très hétérogènes ;
- 35 3.- Avoir un débit d'air suffisant pour que des dépôts de coke ne viennent pas perturber la pulvérisation du système d'injection ;
- 4.- Avoir une richesse de mélange (supérieure à 20%) à la limite de l'extinction pauvre ;
- 5.- Avoir une richesse dans l'injecteur comprise entre 0,9 et 1,3 pour optimiser la pollution au ralenti et obtenir ainsi un bon rendement de combustion.

40 **[0016]** D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront à la lecture de la description d'une réalisation donnée ci-dessous à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- 45 - la figure 1 est une coupe axiale d'une chambre de combustion conforme à l'invention ;
- la figure 2 est une vue partielle du fond de chambre, prise de l'intérieur de la chambre, parallèlement à la direction de l'écoulement des gaz ;
- 50 - la figure 3 est la courbe représentative de l'émission de l'oxyde de carbone au ralenti en fonction de la richesse de l'injecteur ;
- la figure 4 montre les points de fonctionnement d'une chambre de combustion à deux têtes, au ralenti, en fonction de la richesse des injecteurs de ralenti, de la répartition des charges entre la tête de décollage et la tête de ralenti et de la perméabilité

P1 des injecteurs de ralenti ;

- la figure 5 montre les points de fonctionnement d'une chambre de combustion à deux têtes, lors de l'allumage, le rapport d'équivalence de l'injecteur étant de 55 % du débit réduit nominal, en fonction de la richesse des injecteurs à l'allumage, du débit de carburant par injecteur, et de la perméabilité P1 des injecteurs de ralenti ;
- la figure 6 est semblable à la figure 5, le rapport d'équivalence étant de 65 % du débit réduit nominal.

**[0017]** La chambre de combustion de turbine à gaz représentée sur les dessins est de type annulaire. Elle est délimitée par une paroi annulaire externe 1, une paroi annulaire interne 2, un fond de chambre transversal 3 réunissant les parois 1 et 2. Le fond de chambre 3 est percé de plusieurs orifices 4 à l'intérieur de chacun desquels est placé un système d'injection.

**[0018]** La référence 5 représente un diffuseur disposé à la sortie d'un compresseur à haute pression qui diffuse un débit d'air A dans un espace annulaire 6 délimité par une carter externe 7 et un carter interne 8. La chambre de combustion est disposée dans l'espace annulaire 6 à distance des carters 7 et 8.

**[0019]** Une partie W36 du débit d'air A pénètre dans la zone primaire P de la chambre de combustion par les systèmes d'injection et par les orifices primaires 9 et 10 ménagés dans les parois 1 et 2.

**[0020]** Les gaz sortent de la chambre de combustion par la sortie 11. La référence 11a représente la direction générale de l'écoulement des gaz dans la chambre de combustion.

**[0021]** Le fond de chambre 3 présente trois portions distinctes. Une portion extérieure 12 dans laquelle sont prévus plusieurs orifices 4, une portion médiane annulaire 13 sensiblement parallèle à la paroi interne 10 et une portion intérieure 14 dans laquelle sont également prévus plusieurs orifices 4. La portion intérieure 14 est située en face du diffuseur 5. Les injecteurs de carburant montés dans les orifices 4 de la portion intérieure 14 constituent la tête pilote 20, tandis que les injecteurs de carburant montés dans les orifices 4 de la portion extérieure 12 constituent la tête de décollage 21.

**[0022]** Pour la suite de la description, la portion intérieure 14 équipée des injecteurs sera appelée tête pilote 20 tandis que la portion extérieure 12 équipée de ces injecteurs sera appelée tête de décollage 21.

**[0023]** La tête pilote 20 comporte N injecteurs 22 de perméabilité P1, et selon l'invention, la tête de décollage comporte, en alternance, N injecteurs 23 de perméabilité P1 et N injecteurs 24 de perméabilité P2. En outre, les injecteurs 22 et 23, de perméabilité P1, sont disposés en quinconce dans le fond de chambre 3, autrement dit les injecteurs 24 de perméabilité P2 sont situés dans des plans passant par l'axe de la chambre de combustion et par les injecteurs 22 de la tête pilote 20.

**[0024]** Les injecteurs 22 et 23, de perméabilité P1

sont adaptés pour le fonctionnement au ralenti, tandis que les injecteurs 24, de perméabilité P2 sont adaptés pour le fonctionnement au plein gaz.

**[0025]** La chambre de combustion est allumée et stabilisée au sol avec les systèmes d'injection de perméabilité P1. La disposition en quinconce de ces injecteurs permet l'utilisation d'un système d'allumage conventionnel bien que la tête pilote soit placée en interne par apport à l'axe de la chambre de combustion.

**[0026]** La perméabilité P2, c'est-à-dire le débit d'air qui traverse les injecteurs 24, est supérieure à la perméabilité P1 des injecteurs 22 et 23.

**[0027]** Les systèmes d'injection de perméabilité P2 sont allumés par propagation de flamme à partir d'une vitesse de rotation du compresseur à haute pression égale à 70 % de la vitesse nominale de ce compresseur à haute régime et fonctionnent jusqu'au plein gaz.

**[0028]** Les orifices primaires 9 ménagés dans la paroi externe 1 sont disposés dans des plans passant par l'axe de la chambre de combustion et par les injecteurs 23 et 24 de la tête de décollage 21.

**[0029]** Comme on le voit sur la figure 2, les orifices 9a disposés en regard des injecteurs 24 de perméabilité P2 ont des sections inférieures à la section des orifices 9b situés en regard des injecteurs 23 de perméabilité P1, afin d'avoir dans la zone primaire P une richesse locale identique en aval des orifices 9a et 9b.

**[0030]** La figure 3 montre la courbe 30 des émissions de CO au ralenti en fonction de la richesse dans l'injecteur. Cette courbe 30 montre que la richesse dans l'injecteur PHI doit être comprise entre 0,9 et 1,3.

**[0031]** Les systèmes d'injection 22, 23 de perméabilité P1 doivent être calculés pour répondre aux cinq critères suivants :

- 1.- Ne pas dépasser la limite de surchauffe de la turbine basse pression lors du démarrage, ceci exige que la richesse dans l'injecteur PHI soit inférieure à 3,2 ;
- 2.- Avoir un débit de carburant C minimum par injecteur qui soit au moins égal à 4 kg/H, car en deçà de ce débit les injecteurs deviennent très hétérogènes ;
- 3.- Avoir un débit d'air suffisant pour que les dépôts de coke ne viennent pas perturber la pulvérisation du système d'injection ;
- 4.- Avoir une richesse de mélange à la limite de l'extinction pauvre ;
- 5.- Avoir une richesse dans l'injecteur PHI comprise entre 0,9 et 1,3 pour optimiser la pollution au ralenti et obtenir un bon rendement de combustion.

**[0032]** Sur la figure 4 on a représenté par les références 40, 41 et 42 les courbes de fonctionnement des systèmes d'injection de perméabilité P1 au ralenti, en fonction de la richesse PHI dans l'injecteur, et de la répartition des charges entre la tête pilote et la tête de décollage. La courbe 40 correspond à une perméabilité P1

égale à 10 % de W36, la courbe 41 à une perméabilité P1 égale à 12,3% de W36 et la courbe 42 à une perméabilité P1 égale à 14,6% de W36. La surface 43 située au-dessous de la ligne horizontale 44 correspond à des conditions d'extinction de la flamme, la richesse dans la zone primaire P étant trop faible (<20%).

**[0033]** Lorsque la répartition entre la tête pilote et la tête de décollage est voisine de 50/50, la figure 4 montre que la perméabilité P1 des systèmes d'injection de ralenti doit être supérieure à 12% de W36 pour satisfaire les critères 4 et 5 définis plus haut.

**[0034]** Les figures 5 et 6 montrent les courbes de fonctionnement des systèmes d'injection de perméabilité P1, au démarrage, en fonction de la richesse PHI dans l'injecteur, et du débit de carburant par injecteur. La courbe 50 correspond à une perméabilité P1 de 8% de W36, et les courbes 51, 52, 53, 54 correspondent respectivement à des perméabilités P1 de 10%, 12%, 14% et 16% de W36. Pour éviter les dépôts de coke dans les injecteurs de carburant la perméabilité P1 doit être supérieure à 10% de W36.

**[0035]** La figure 5 concerne une chambre de combustion équipant une turbomachine dont le démarreur assure une ventilation supérieure à 55% du débit nominal réduit de chambre, et la figure 6 concerne une chambre de combustion équipant une turbomachine dont le démarreur assure une ventilation supérieure à 65% du débit nominal réduit de chambre.

**[0036]** La surface hachurée 60 montre la position des points de fonctionnement au démarrage qui permettent un bon compromis entre les cinq critères définis ci-dessus.

**[0037]** On constate que la perméabilité P1 doit être comprise entre 10% et 12% de W36, et, de manière préférentielle, entre 11% et 12 % de W36.

**[0038]** Les systèmes d'injection 24 de perméabilité P2 doivent être dimensionnés pour assurer l'allumage par propagation de la flamme et avoir des émissions de fumées et de NOx minimum au plein gaz. La perméabilité P2 est de préférence comprise entre 26 % et 35 % de W36.

**[0039]** La configuration de chambre décrite ci-dessus permet d'obtenir un profil radial de température performant du ralenti au plein gaz et d'utiliser un système d'allumage conventionnel bien que la tête pilote 20 soit en position interne.

## Revendications

1. Chambre de combustion annulaire comportant des parois axiales (1, 2) réunies par un fond de chambre (3) et plusieurs injecteurs de carburant disposés dans des trous (4) traversant le fond de chambre (3), lesdits injecteurs étant répartis sur une portion intérieure (14) constituant une tête pilote (20) et sur une portion extérieure (12) constituant une tête de décollage (21) radialement espacée de la tête pilote

(20). ladite chambre de combustion possédant une direction générale (11) d'écoulement des gaz, la tête pilote (20) étant équipée de N injecteurs de ralenti (22), de perméabilité P1, adaptés aux régimes de ralenti; caractérisée par le fait que la tête de décollage (21) est équipée, en alternance, de N injecteurs de ralenti (23) de perméabilité P1, adaptés au régime de ralenti, et de N injecteurs de décollage (24), de perméabilité P2>P1, adaptés au régime de pleine charge, et par le fait que, suivant une vue de fond de chambre (3) depuis l'intérieur de la chambre de combustion, parallèlement à ladite direction d'écoulement (11), les injecteurs de carburant (22, 23) de perméabilité P1 de la tête pilote (20) et de la tête de décollage (21) sont disposés sensiblement en quinconce.

2. Chambre de combustion selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la perméabilité P1 est comprise entre 10% et 12% du débit d'air W36 qui entre dans ladite chambre de combustion.
3. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée par le fait que la perméabilité P2 est comprise entre 26% et 35% du débit d'air W36 qui entre dans ladite chambre.
4. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée par le fait que la paroi axiale externe (1) comporte des orifices primaires (9a, 9b) pour l'introduction d'air primaire dans ladite chambre, lesdits orifices étant situés dans des plans passant par l'axe de ladite chambre de combustion et les injecteurs de carburant (23, 24) de la tête de décollage, et par le fait que les orifices (9a) en regard des injecteurs (24) de perméabilité P2 ont des sections inférieures aux sections des orifices (9b) disposés en regard des injecteurs (23) de perméabilité P1, afin d'avoir une richesse locale identique en aval desdits orifices.

## Patentansprüche

1. Ringbrennkammer mit axialen Wänden (1, 2), die durch einen Kammerboden (3) miteinander verbunden sind, und mit mehreren Kraftstoffeinspritzdüsen, die in Löchern (4) angeordnet sind, die den Kammerboden (3) durchdringen, wobei die Einspritzdüsen verteilt sind auf einen inneren Abschnitt (14), der einen Flugkopf (20) bildet, und einen äußeren Abschnitt (12), der einen Startkopf (21) bildet und in radialem Abstand von dem Flugkopf (20) angeordnet ist, wobei die Brennkammer eine generelle Gasströmungsrichtung (11) aufweist und wobei der Flugkopf (20) mit N Leerlauf-Einspritzdüsen (22) der Durchlässigkeit P1 ausgestattet ist, die an die Leerlaufdrehzahlen angepaßt sind,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Startkopf (21) in regelmäßigem Wechsel mit N Leerlauf-Einspritzdüsen (23) der Durchlässigkeit P1, die an die Leerlaufdrehzahl angepaßt sind, und mit N Start-Einspritzdüsen (24) der Durchlässigkeit P2 > P1, die an die Vollast-Drehzahl angepaßt sind, ausgestattet ist,

und daß in einer Ansicht des Kammerbodens parallel zu der genannten Gasströmungsrichtung (11) vom Innern der Brennkammer aus die Kraftstoffeinspritzdüsen (22, 23) der Durchlässigkeit P1 des Flugkopfes (20) und des Startkopfes (21) im wesentlichen in einer Fünfpunktanordnung gegeneinander versetzt angeordnet sind.

2. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchlässigkeit P1 zwischen 10% und 12% des in die Brennkammer eintretenden Luftdurchsatzes W36 liegt.
3. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchlässigkeit P2 zwischen 26% und 35% des in die Brennkammer eintretenden Luftdurchsatzes W36 liegt.
4. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

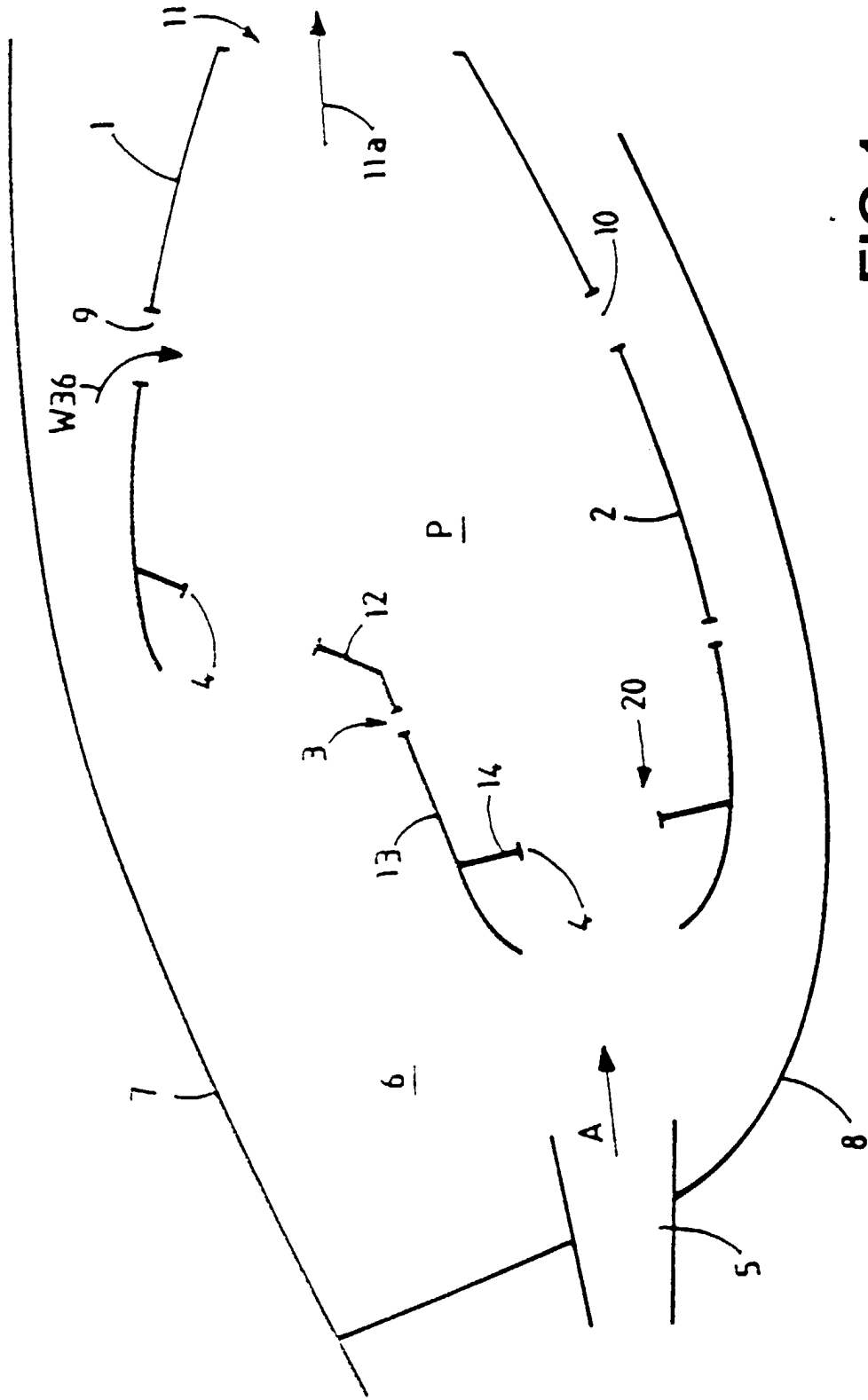
daß die äußere axiale Wand (1) primäre Öffnungen (9a, 9b) für die Einleitung von Primärluft in die Kammer aufweist, wobei diese Öffnungen in Ebenen liegen, die durch die Achse der Brennkammer und die Kraftstoffeinspritzdüsen (23, 24) des Startkopfes verlaufen, und daß die Querschnitte der den Einspritzdüsen (24) der Durchlässigkeit P2 gegenüberliegenden Öffnungen (9a) kleiner sind als die Querschnitte der den Einspritzdüsen (23) der Durchlässigkeit P1 gegenüberliegenden Öffnungen (9b), um auf der stromabwärtigen Seite der Öffnungen einen identischen lokalen Gehalt zu erreichen.

flow, the pilot head (20) having N slow-running injectors (22) of permeability P1 for slow-running, characterised in that the take-off head (21) has in alternate relationship N slow-running injectors (23) of permeability P1 for slow running and N take-off injectors (24) of permeability P2 > P1 adapted to full load conditions, and in that, as seen looking towards the chamber end member (3) from the interior of the combustion chamber parallel to the gas flow direction (11a), the fuel injectors (22,23) of permeability P1 of the pilot head (20) and of the take-off head (21) are arranged in a substantially staggered relationship.

2. A combustion chamber according to claim 1, characterised in that the permeability P1 is between 10% and 12% of the air delivery W36 entering the combustion chamber.
3. A combustion chamber according to claim 1 or claim 2, characterised in that the permeability P2 is between 26% and 35% of the air delivery W36 entering the combustion chamber..
4. A combustion chamber according to claim 1 or claim 2, characterised in that the outer axial wall (1) is formed with primary orifices (9a, 9b) for introducing primary air into the chamber, the orifices being disposed in planes extending through the combustion chamber axis and the take-off head fuel injectors (23, 24) and in that the orifices (9a) opposite the P2 permeability injectors (24) have smaller cross-sections than the orifices (9b) disposed opposite the P1 permeability injectors (23) in order to have an identical local richness downstream of the orifices (9a) and (9b).

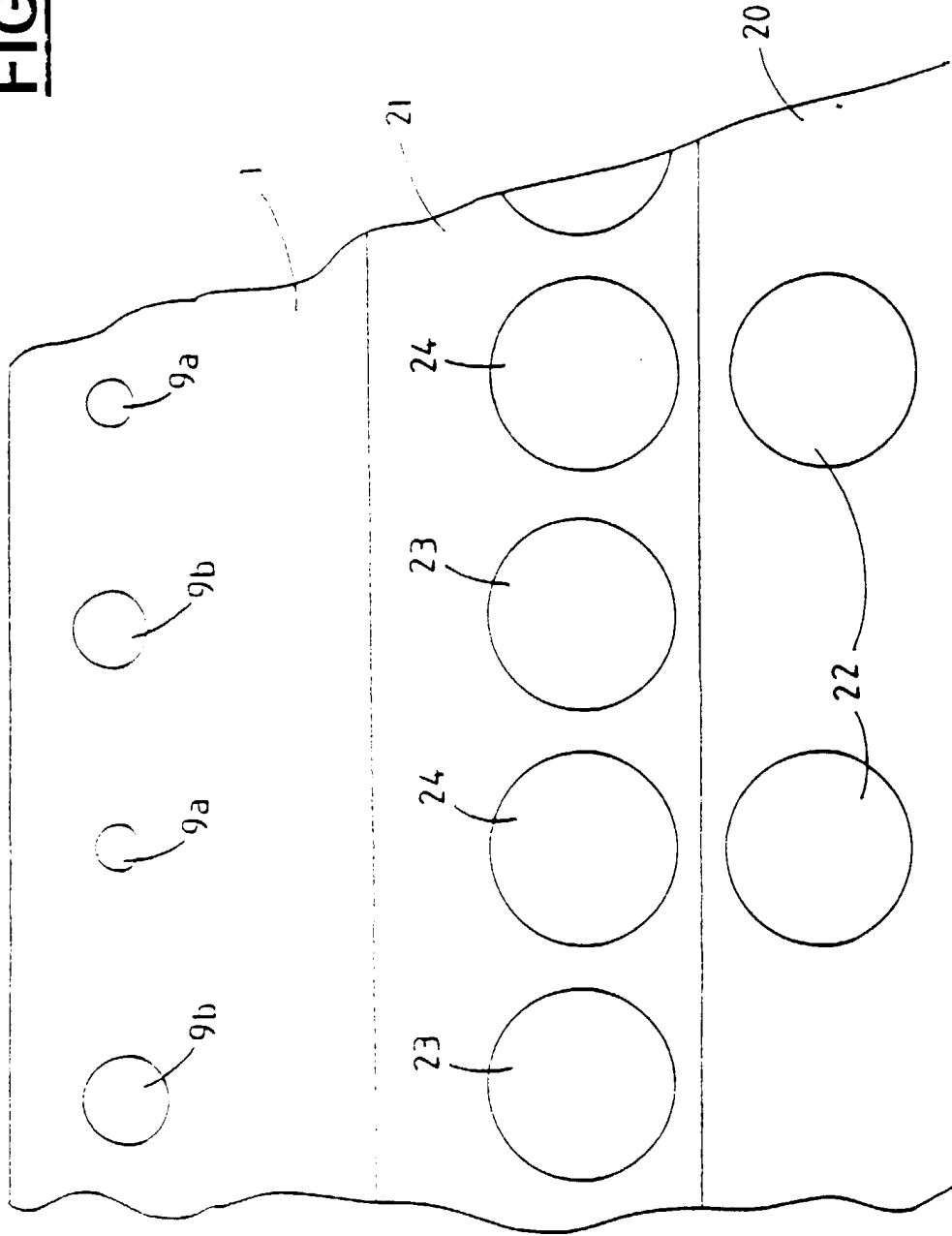
**Claims**

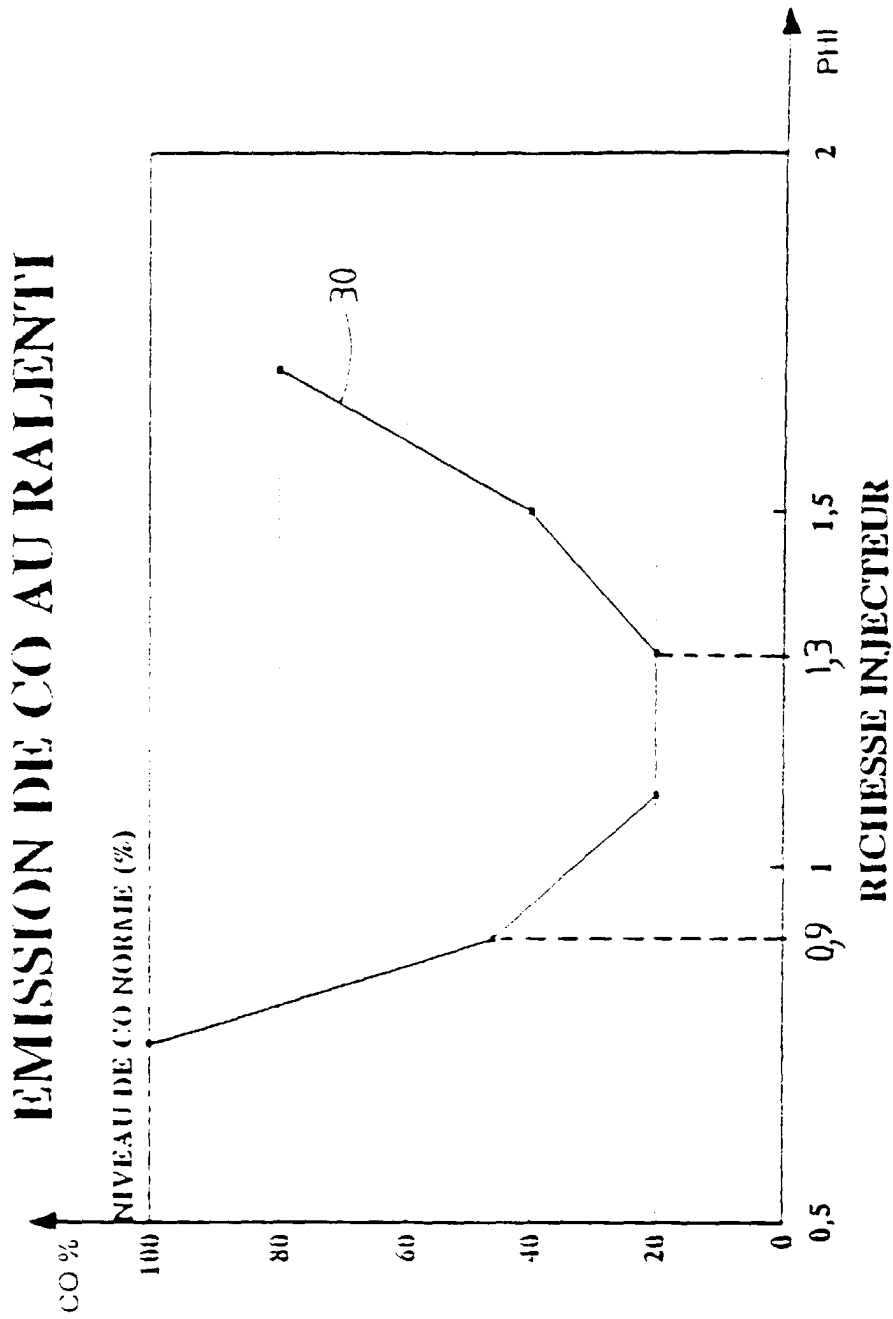
1. An annular combustion chamber having axial walls (1, 2) interconnected by a chamber end member (3) and a number of fuel injectors disposed in apertures (4) extending through the end member (3), the injectors being distributed over an inner part (14) forming a pilot head (20) and over an outer part (12) forming a take-off head (21) spaced radially from the pilot head (20), the combustion chamber being disposed in the general direction (11a) of the gas



**FIG.1**

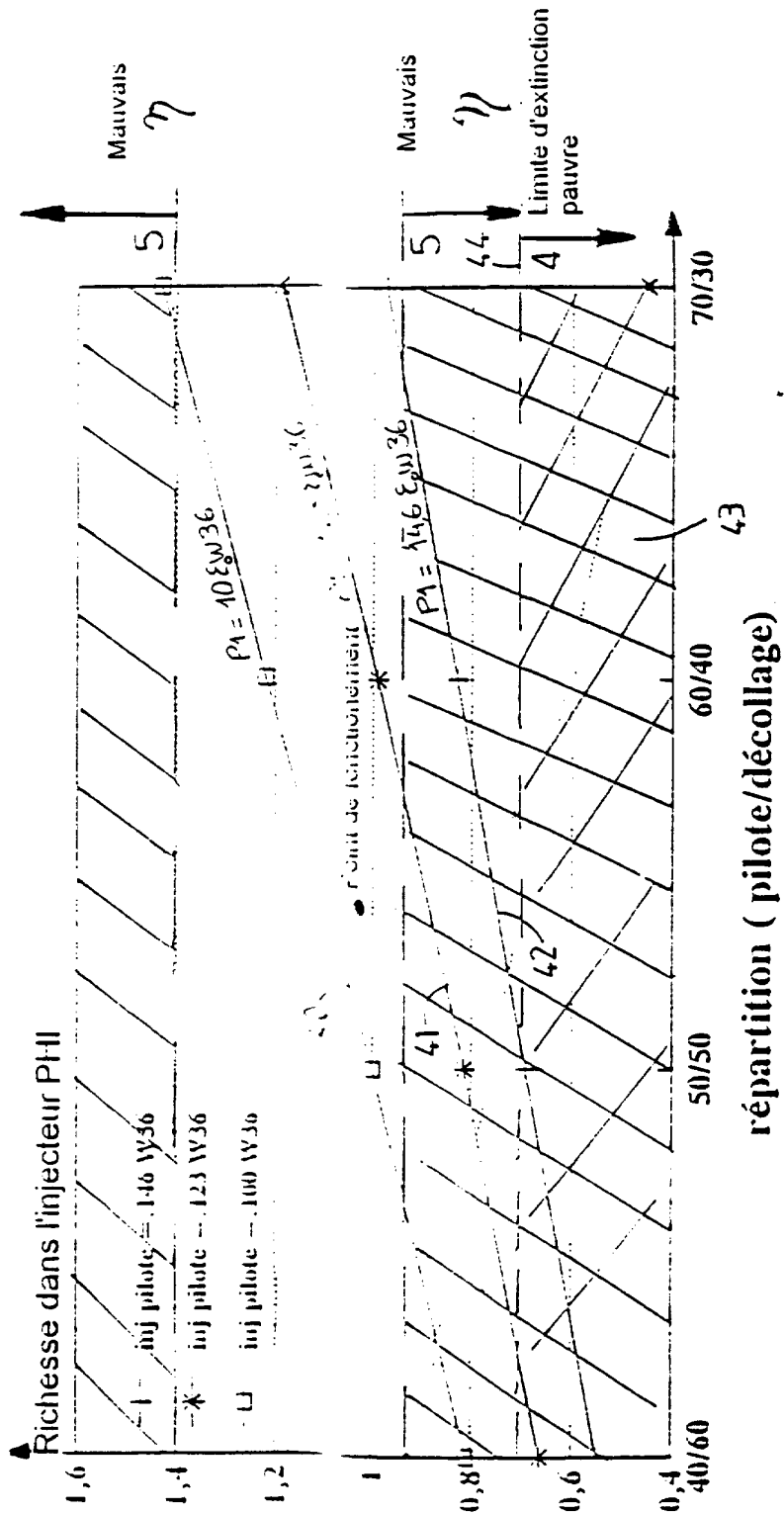
**FIG. 2**





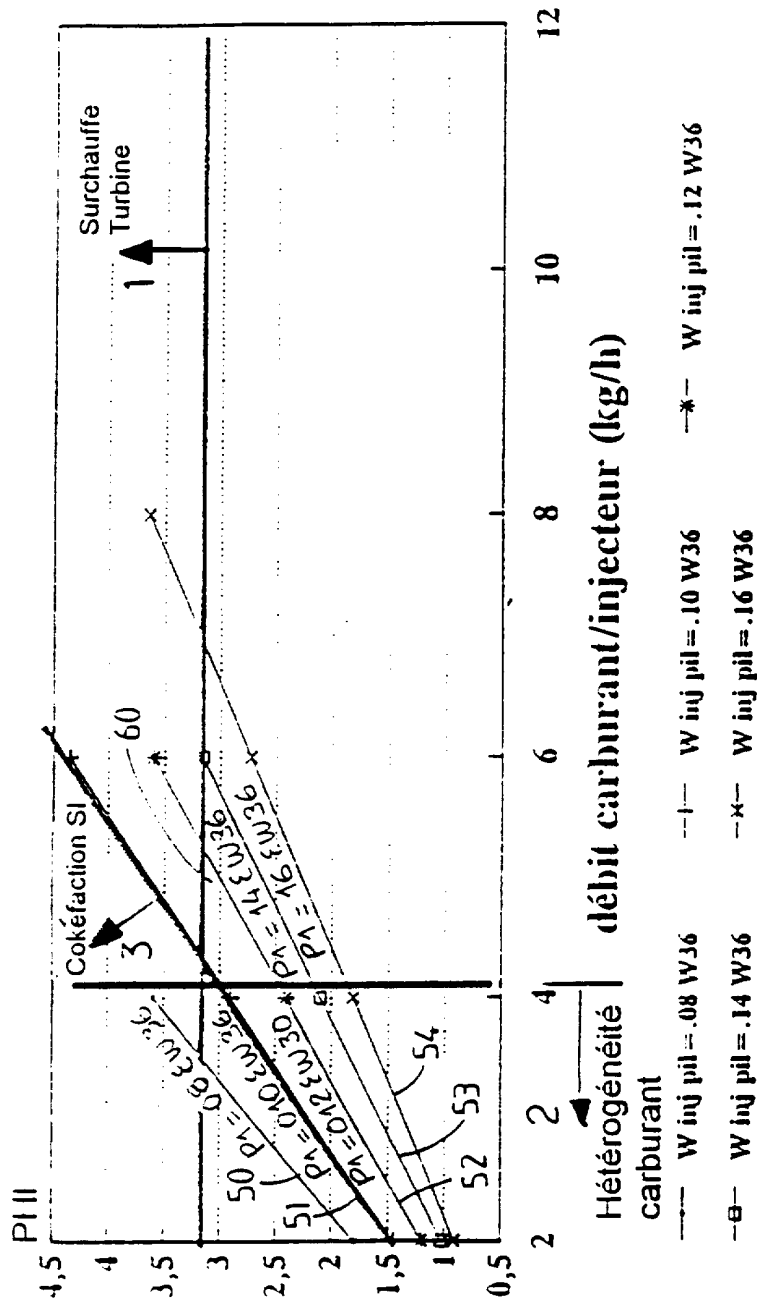
**FIG.3**

# CHAMBRE A 2 TETES AMET PHI INJECTEUR AU RALENTI



**FIG.4**

# RAPPORT D'EQUIVALENCE INJECTEUR ALLUMAGE SOL 55 % DEBIT REDUIT NOMINAL



**FIG.5**

