

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 718 560 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

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

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F23R 3/34**, F23R 3/50,  
 F23R 3/10

(21) Numéro de dépôt: **95402626.6**

(22) Date de dépôt: **22.11.1995**

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

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

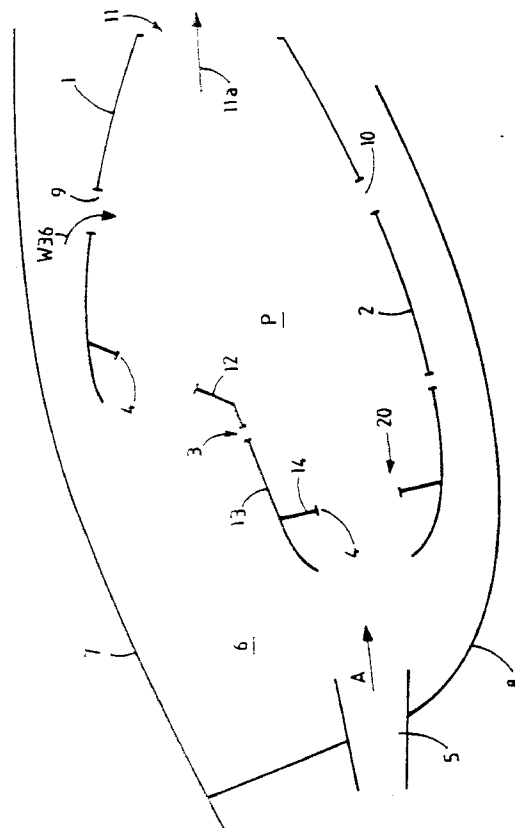
(71) Demandeur: **SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET  
 DE  
 CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION,  
 "S.N.E.C.M.A."  
 F-75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

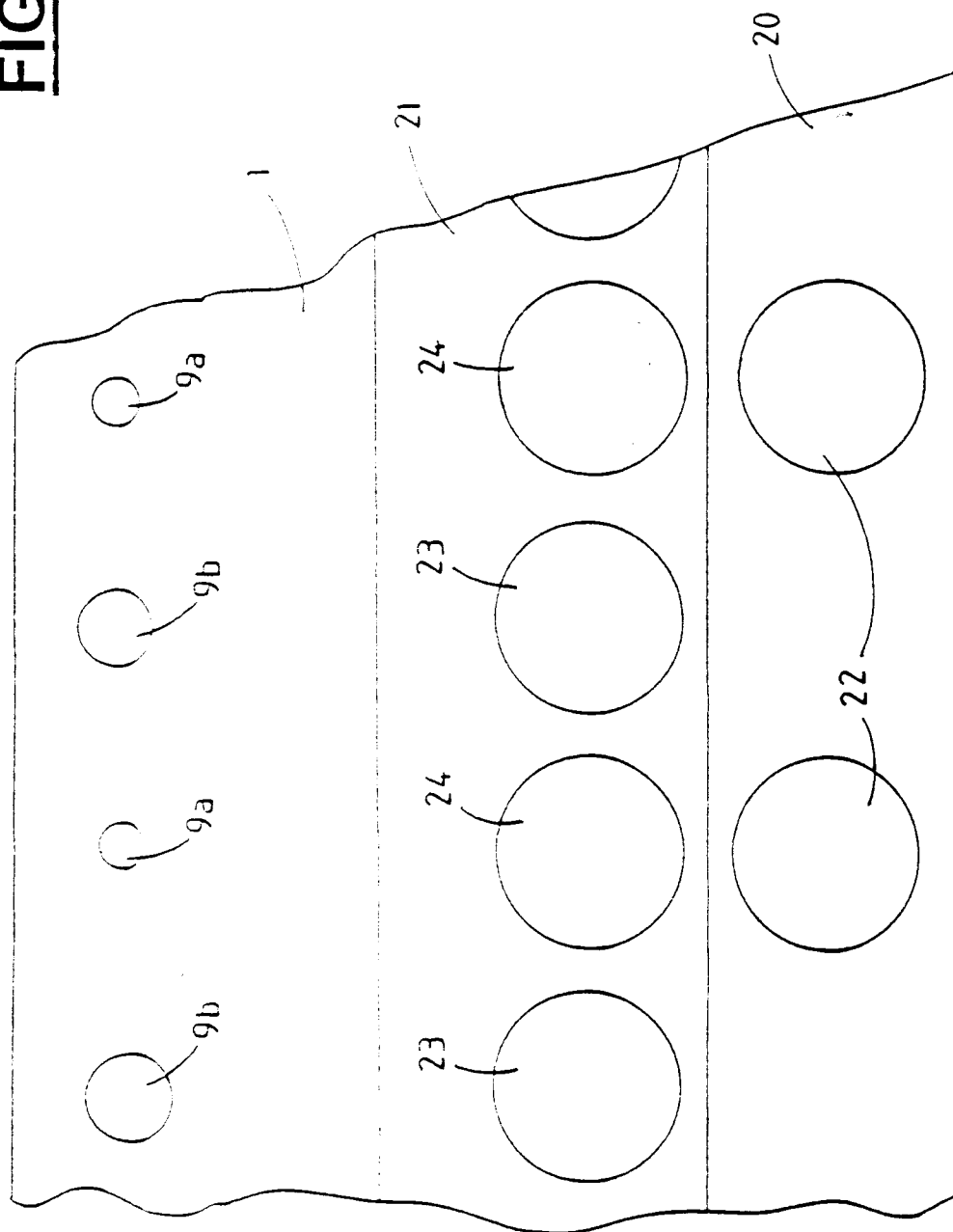
- **Alary, Jean-Paul D.**  
**F-94100 St. Maur des Fosses (FR)**
- **Salan, Yves F.A.**  
**F-91600 Savigny s/Orge (FR)**
- **Ansart, Denis R.H.**  
**F-77590 Bois le Roi (FR)**
- **Sandelis, Denis J.M.**  
**F-77370 Nangis (FR)**

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

(57) L'invention concerne une 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 tête pilote (20) et sur une tête de décolage (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) est équipée de N injecteurs de ralenti (22), de perméabilité P1, adaptés aux régimes de ralenti. La tête de décolage (21) est équipée, en alternance, de N injecteurs de ralenti (23) de perméabilité P1, adaptés au régime de ralenti, et de N injecteurs de décolage (24), de perméabilité P2>P1, adaptés au régime de pleine charge. 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 décolage (21) sont disposés sensiblement en quinconce.

**FIG.1****EP 0 718 560 A1**

**FIG.2**



## Description

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.

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

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.

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

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.

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.

L'invention atteint son but par l'adoption des caractéristiques suivantes :

- La tête pilote est équipée de N injecteurs de ralenti, de perméabilité P1, adaptés au régime de ralenti ;
- 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.

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.

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.

Selon des dispositions avantageuses, la perméabi-

lité 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.

Les valeurs adoptées pour P1 permettent de répondre aux cinq critères suivants :

- 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 ;
- 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 ;
- 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.

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 :

- 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 ;
- 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.

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.

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.

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.

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.

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.

Selon l'invention, la tête pilote 20 comporte N injecteurs 22 de perméabilité P1, et 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.

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.

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 rapport à l'axe de la chambre de combustion.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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%).

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.

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

teurs de carburant la perméabilité P1 doit être supérieure à 10% de W36.

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.

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.

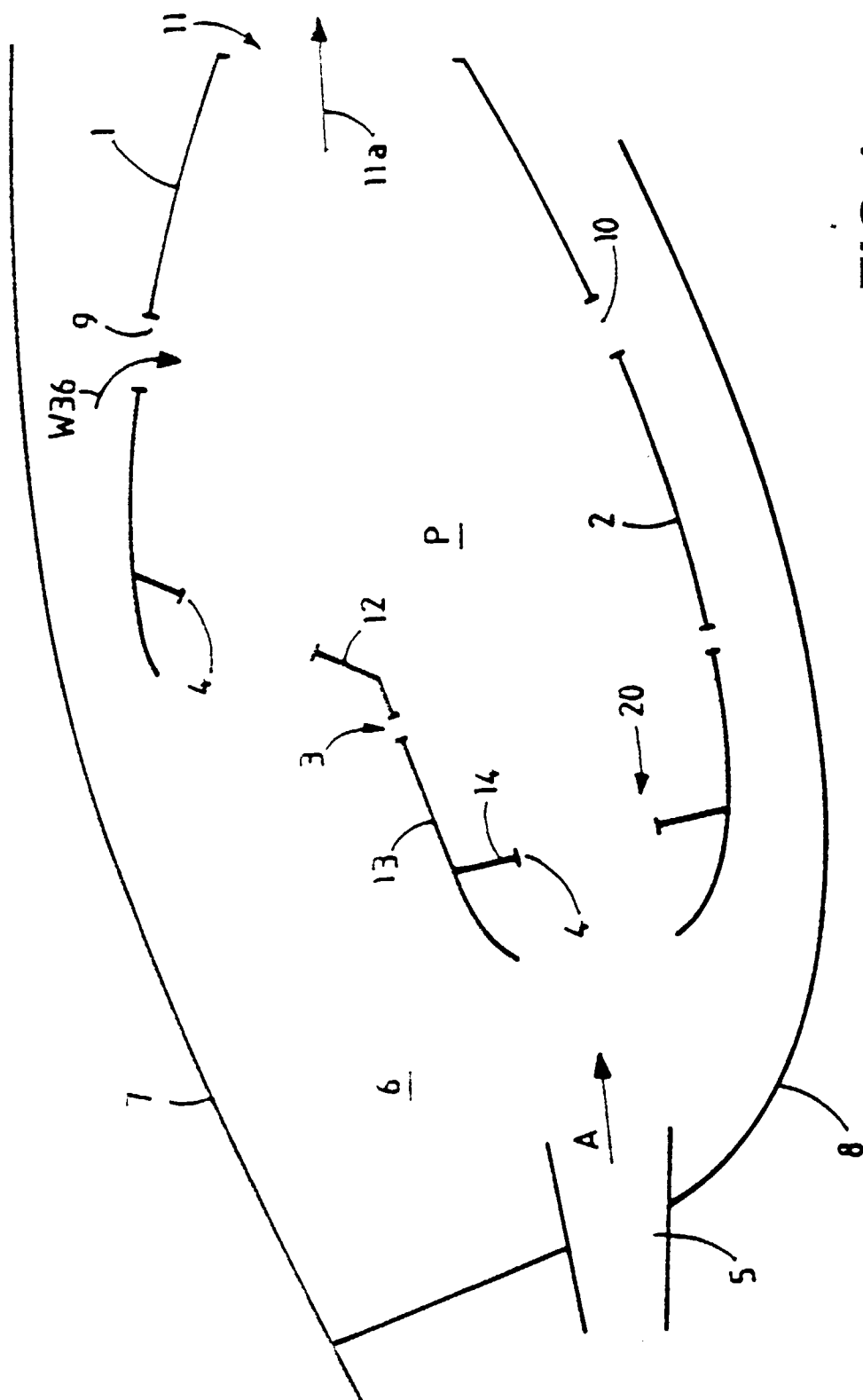
On constate que la perméabilité P1 doit être comprise entre 10% et 12% de W36, et, de manière préférentielle, entre 11% et 12 % de W36.

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.

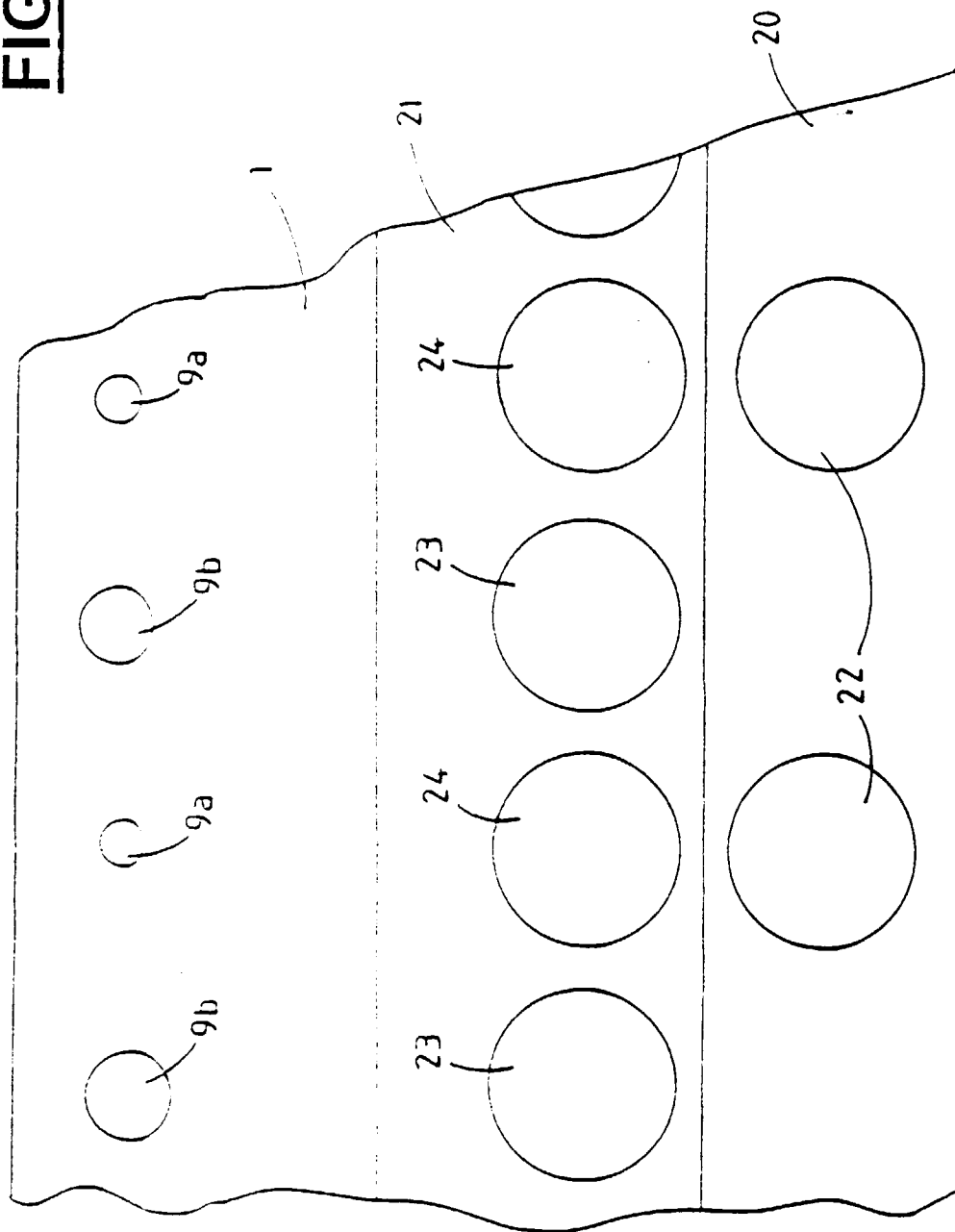
La configuration de chambre décrite ci-dessus permet d'obtenir un profil radial de température performant du ralenti au plein gaz et d'utiliser un système d'allumage conventionnel bien que la tête pilote 20 soit en position interne.

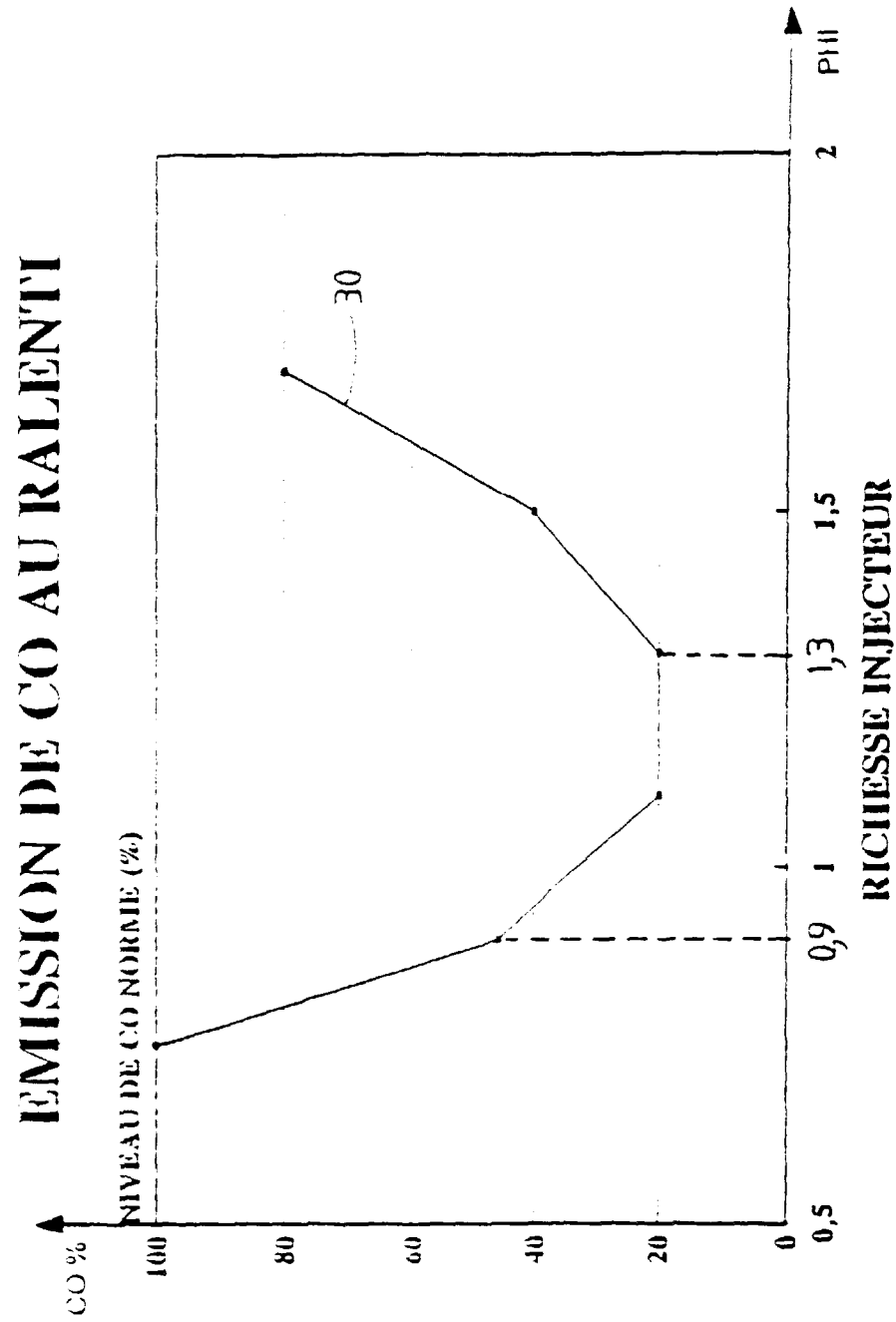
## Revendications

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 repartis sur une tête pilote (20) et sur une tête de décolage (21) radialement espacée de la tête pilote (20). ladite chambre de combustion possédant une direction générale (11) d'écoulement des gaz,
  - caractérisée par le fait que la tête pilote (20) est équipée de N injecteurs de ralenti (22), de perméabilité P1, adaptés aux régimes de ralenti ; par le fait que la tête de décolage(21) est équipée. en alternance, de N injecteurs de ralenti (23) de perméabilité P1, adaptés au régime de ralenti, et de N injecteurs de décolage (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 décolage (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 décolage, 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.



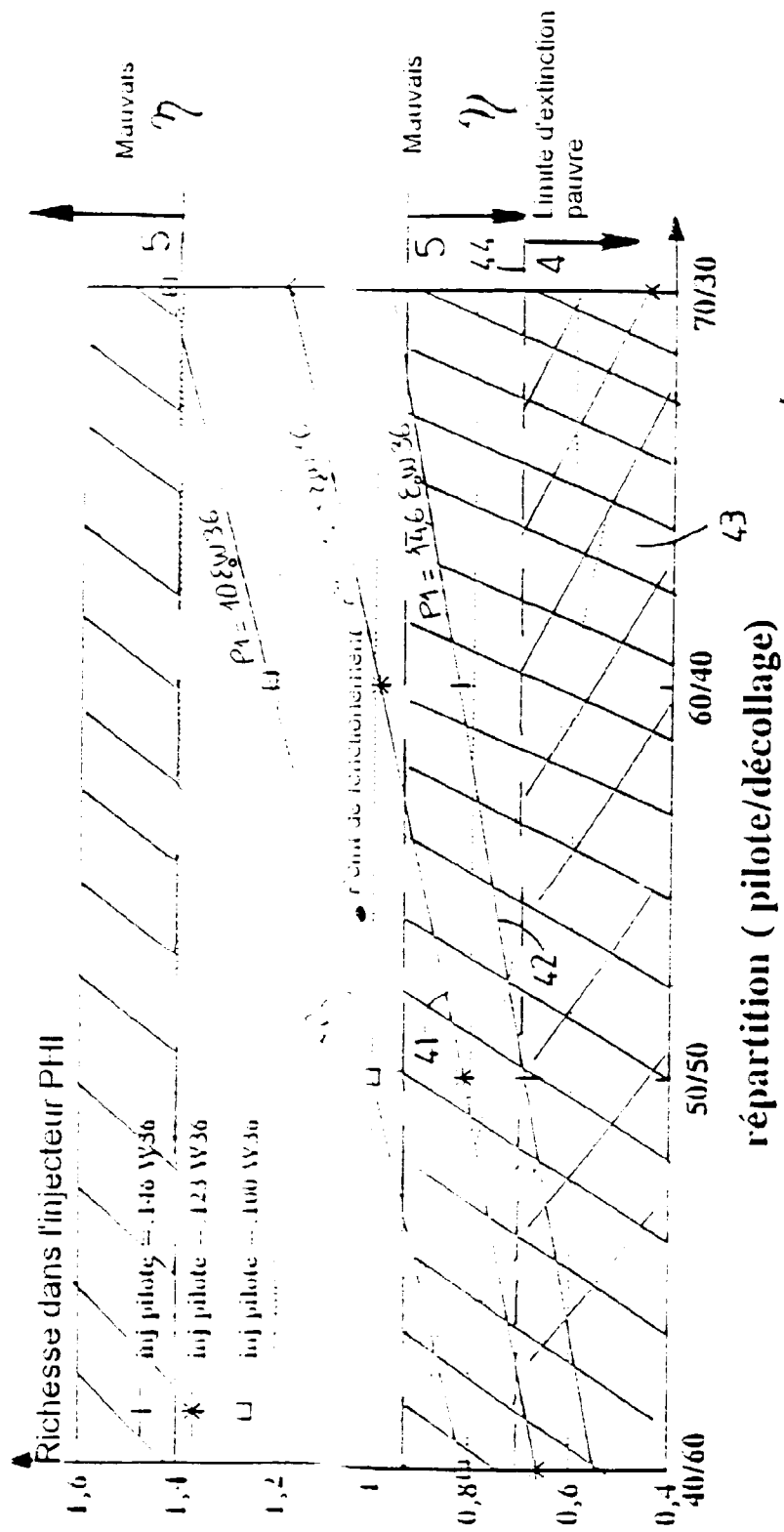
**FIG. 2**



**FIG.3**

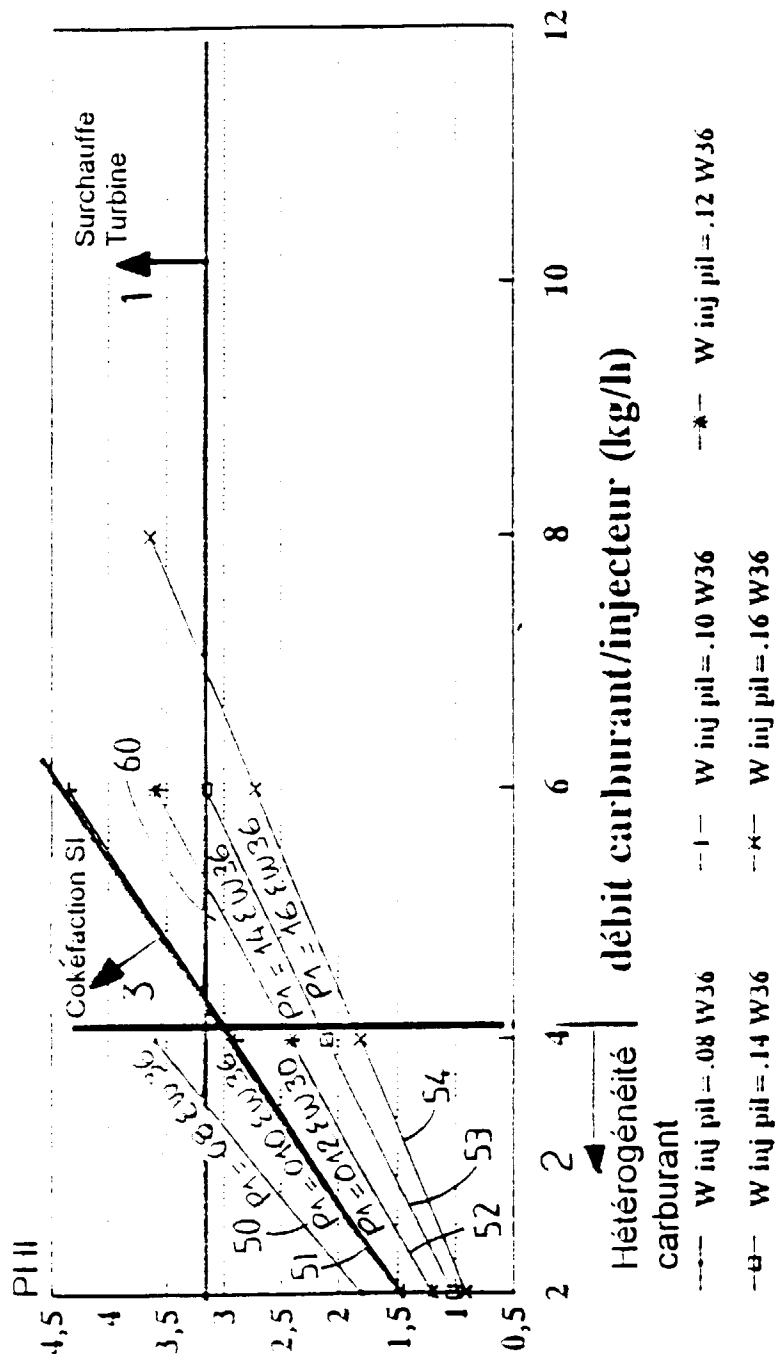
# CHAMBRE A 2 TETES AMET

## PHI INJECTEUR AU RALENTI



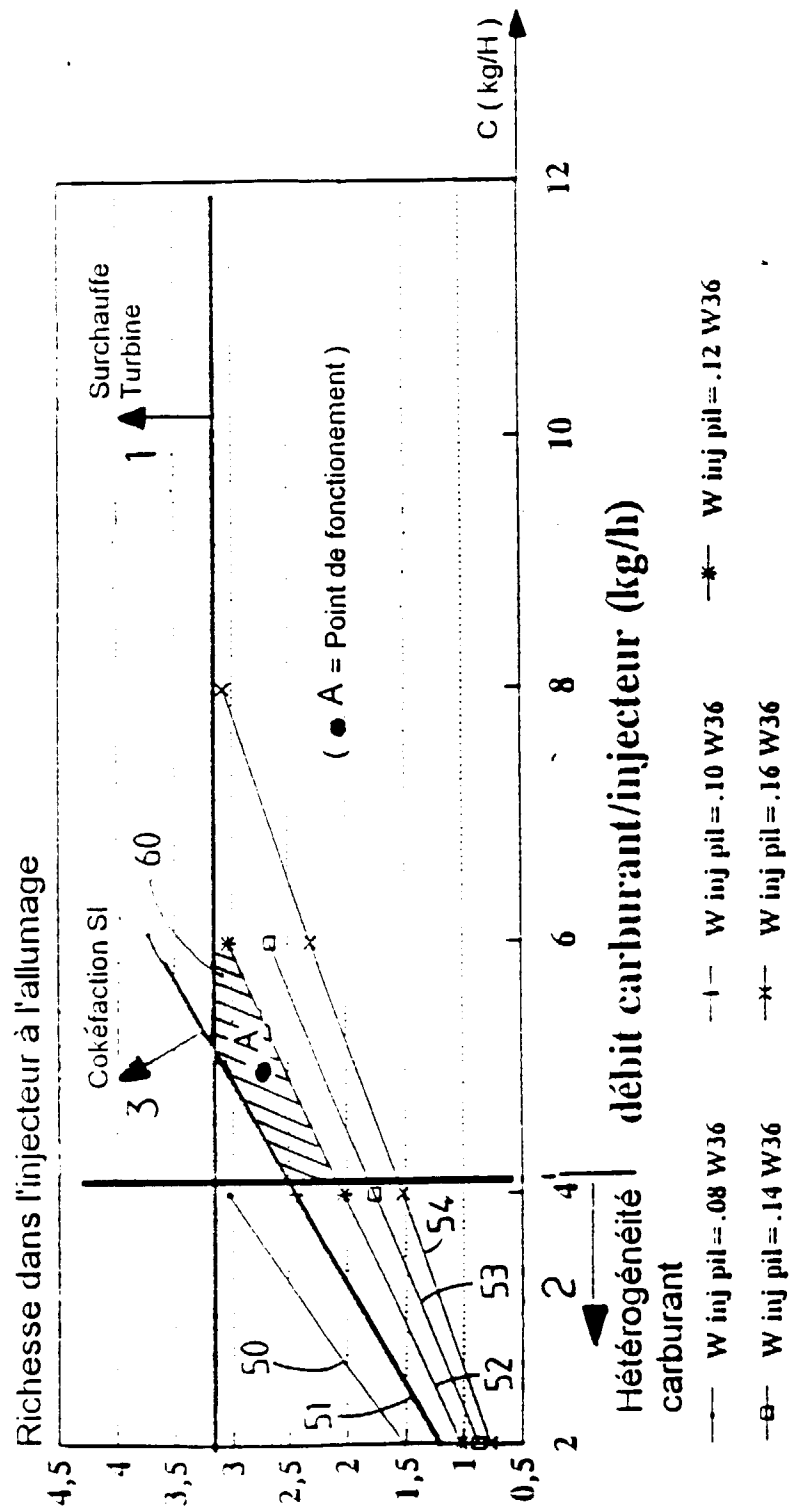
**FIG.4**

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



**FIG.5**

# RAPPORT D'EQUIVALENCE INJECTEUR ALLUMAGE SOL 65 % DEBIT REDUIT NOMINAL



**FIG.6**



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 95 40 2626

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                |                                                  |                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                | Revendication concernée                          | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)               |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | GB-A-2 269 449 (S.N.E.C.M.A.) 9 Février 1994                                                                                   | 1,4                                              | F23R3/34<br>F23R3/50<br>F23R3/10                  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | * page 2, ligne 11-12 *<br>* figures *<br>* page 4, alinéa 7 *<br>* page 2, ligne 15-17 *                                      | 2,3,5                                            |                                                   |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US-A-4 292 801 (WILKES COLIN ET AL) 6 Octobre 1981<br>* colonne 7, ligne 2 - ligne 20; figure 8 *                              | 2,3                                              |                                                   |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | GB-A-2 030 653 (GEN ELECTRIC) 10 Avril 1980<br>* page 2, ligne 107 - ligne 120; figure 3 *<br>* page 3, ligne 83 - ligne 96 *  | 5                                                |                                                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US-A-5 323 604 (EKSTEDT EDWARD E ET AL) 28 Juin 1994<br>* figure 8 *                                                           | 1                                                |                                                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | GB-A-2 003 554 (SNECMA) 14 Mars 1979<br>* colonne 3, ligne 22 - ligne 55 *<br>* page 3, ligne 109 - page 4, ligne 39; figure * | 1                                                | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)<br>F23R |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US-A-4 012 904 (NOGLE THOMAS DUSHANE) 22 Mars 1977<br>* colonne 11, ligne 27 - ligne 32; figure 11 *                           | 2,3                                              |                                                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | GB-A-2 010 408 (GEN ELECTRIC) 27 Juin 1979<br>* abrégé; figure 1 *                                                             | 1                                                |                                                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | WO-A-93 25851 (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 23 Décembre 1993<br>* abrégé; figure 1 *                                              | 1                                                |                                                   |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                |                                                  |                                                   |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                | Date d'achèvement de la recherche<br>1 Mars 1996 | Examineur<br>Criado Jimenez, F                    |
| <p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br/>A : arrière-plan technologique<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |                                                                                                                                |                                                  |                                                   |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)