

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 911 667**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **07 52820**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **F 23 R 3/34 (2006.01), F 23 R 3/28, F 02 C 7/22**

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23.01.07.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 25.07.08 Bulletin 08/30.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *SNECMA Société anonyme* — FR.

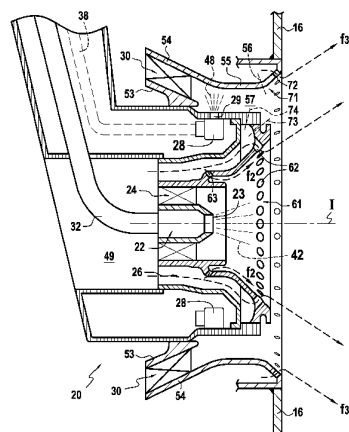
⑦2 Inventeur(s) : SANDELIS DENIS, DESAULTY MICHEL et BAUDOIN CHRISTOPHE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤4 **SYSTEME D'INJECTION DE CARBURANT A DOUBLE INJECTEUR.**

⑤7 Système d'injection de carburant dans une chambre de combustion de turbomachine, comprenant des premier et deuxième injecteurs de carburant, caractérisé en ce que le premier injecteur (22) est positionné au centre du système d'injection (20), de manière à injecter un premier nuage de carburant (42), et en ce que le deuxième injecteur (28) entoure le premier injecteur de manière à injecter un deuxième nuage de carburant (48) de forme générale annulaire, autour du premier nuage de carburant.



FR 2 911 667 - A1



L'invention concerne un système d'injection de carburant dans une chambre de combustion de turbomachine, et une chambre de combustion de turbomachine équipée d'un tel système. L'invention se destine à tout type de turbomachine, terrestre ou aéronautique, et plus particulièrement aux turboréacteurs d'avions.

Une chambre de combustion de turboréacteur est généralement de forme annulaire, centrée sur un axe X correspondant à l'axe de rotation du turboréacteur. Elle comprend deux parois annulaires (ou viroles) coaxiales d'axe X, et un fond de chambre disposé entre lesdites parois, dans la région amont de ladite chambre, l'amont et l'aval étant définis par rapport au sens normal de circulation des gaz à l'intérieur de la chambre. Lesdites parois et le fond de chambre délimitent l'enceinte de combustion de la chambre.

Une pluralité de systèmes d'injection de carburant dans la chambre sont fixés sur le fond de chambre et répartis régulièrement autour de l'axe X. Les systèmes d'injection les plus courants comprennent un seul injecteur de carburant. La conception (i.e. la forme, la structure, le choix des matériaux...) des chambres de combustion équipées de systèmes à un seul injecteur est aujourd'hui parfaitement maîtrisée et on parle ci-après de chambres de conception classique.

Dans les chambres de conception classique, chaque système d'injection est fixé et positionné à l'intérieur d'un seul orifice prévu à cet effet dans le fond de chambre, de sorte que le montage du système d'injection est relativement simple. En outre, pendant la combustion, le profil des températures en sortie de chambre reste centré sur un cercle de diamètre déterminé autour de l'axe X, quel que soit le régime de fonctionnement du turboréacteur. Un tel profil de températures simplifie la conception des parties du turboréacteur situées en aval de la chambre.

Cependant, avec les systèmes d'injection à un seul injecteur, il est difficile de contrôler la richesse du mélange air/carburant brûlé, en fonction du régime de fonctionnement du turboréacteur, i.e. régime ralenti ou plein gaz. Ainsi, pour certains régimes, la combustion s'accompagne d'une émission de gaz polluants (notamment des oxydes d'azote ou "NOx"), dangereux pour la santé et l'environnement.

Dans un souci de limiter l'émission de gaz polluants, des systèmes d'injection de carburant à double injecteur ont été développés.

Les deux injecteurs permettent de créer deux zones de combustion, une optimisée pour le régime ralenti du turboréacteur et l'autre pour le régime plein gaz.

Le document FR 2 706 021 décrit une chambre de combustion annulaire de turboréacteur, équipée de plusieurs systèmes d'injection à double injecteur. La chambre est centrée sur un axe X et les systèmes d'injection sont répartis autour de l'axe X, chaque système comprenant deux injecteurs disposés l'un après l'autre suivant une direction radiale par rapport à l'axe X. Ainsi, pour une chambre équipée de N systèmes d'injection, une première rangée de N injecteurs est disposée suivant un cercle de diamètre d, autour de l'axe X, et une deuxième rangée de N injecteurs est disposée suivant un cercle de diamètre D, supérieur à d, autour de l'axe X.

S'il présente l'avantage d'être peu polluant, le système d'injection à double injecteur de FR 2 706 021, a pour inconvénient d'être difficile à monter puisqu'il faut positionner et fixer chaque injecteur sur le fond de chambre. En outre, la conception de la chambre de combustion est plus complexe et bien moins maîtrisée que la conception classique précitée (ce qui se traduit notamment par des difficultés à assurer la tenue thermique et la durée de vie de certains éléments de la chambre). Enfin, lors de la combustion, le profil des températures en sortie de chambre varie significativement en fonction du régime de fonctionnement du turboréacteur et, en particulier, ce profil ne reste pas centré sur un cercle de diamètre déterminé autour de l'axe X. Ceci complique la conception des parties du turboréacteur situées en aval de la chambre de combustion.

L'invention a pour but de proposer un système d'injection de carburant peu polluant qui puisse être utilisé avec une chambre de combustion de conception classique, c'est-à-dire une chambre du type de celles qui sont équipées de systèmes d'injection à un seul injecteur.

Ce but est atteint grâce à un système d'injection de carburant dans une chambre de combustion de turbomachine, comprenant des premier et deuxième injecteurs de carburant, caractérisé en ce que le premier injecteur est positionné au centre du système d'injection, de manière à injecter un premier nuage de carburant, et en ce que le deuxième injecteur entoure le premier injecteur de manière à injecter un

deuxième nuage de carburant de forme annulaire, autour du premier nuage de carburant.

Le système d'injection de l'invention comprend donc deux injecteurs, ce qui permet d'adapter la richesse du mélange air/carburant au régime de fonctionnement du turboréacteur et de limiter l'émission de gaz polluants.

En outre, du fait du positionnement du deuxième injecteur autour du premier, ce type de système peut être adapté sur une chambre de conception classique avec, notamment, un seul orifice ménagé dans le fond de chambre pour chaque système d'injection.

Selon un premier exemple de réalisation du deuxième injecteur, celui-ci présente une fente d'injection circulaire entourant le premier injecteur et, selon un deuxième exemple de réalisation, celui-ci présente plusieurs orifices d'injection disposés en cercle autour du premier injecteur.

Avantageusement, le système d'injection de carburant comprend des premier et deuxième passages d'admission d'air associés respectivement aux premier et deuxième injecteurs, de manière à former, respectivement, des premier et deuxième mélanges air/carburant.

Avantageusement encore, le système d'injection de carburant comprend, en outre, un conduit d'admission d'air avec des orifices de sortie débouchant entre les premier et deuxième injecteurs, de manière à créer un film d'air séparateur entre les zones de combustion respectives des premier et deuxième mélanges air/carburant.

Selon un mode de réalisation particulier, le premier injecteur, le premier passage d'admission d'air et le deuxième injecteur appartiennent à un premier ensemble destiné à être monté sur un deuxième ensemble comprenant le deuxième passage d'admission d'air, ce deuxième ensemble étant destinée à être monté sur la chambre de combustion.

Grâce à un tel système, on peut d'abord positionner et monter le deuxième ensemble sur le fond de chambre, sans être gêné par les injecteurs, puis monter le premier ensemble sur le deuxième. Le deuxième ensemble sert alors de guide pour le montage du premier.

On notera que la position relative des premier et deuxième injecteurs est généralement imposée par la conformation du premier ensemble et n'a donc pas à être ajustée lors du montage.

Selon un mode de réalisation particulier, le deuxième ensemble est monté sur le fond de chambre en conservant une possibilité de déplacement radial autour de l'axe d'injection I du premier injecteur, et peut se déplacer suivant cet axe par rapport au premier ensemble, tout en restant centré vis-à-vis de ce dernier.

L'invention et ses avantages seront bien compris à la lecture de la description détaillée qui suit, d'un exemple de système d'injection selon l'invention. Cette description fait référence aux figures annexées, sur lesquelles :

10 - la figure 1 représente un exemple de chambre de combustion équipée d'un exemple de système d'injection selon l'invention, en demi-coupe axiale suivant l'axe de rotation du turboréacteur;

15 - la figure 2 représente le système d'injection de la figure 1, seul, en perspective et en coupe axiale suivant l'axe d'injection du premier injecteur;

- la figure 3 représente le système d'injection de la figure 1, seul, en coupe axiale suivant l'axe d'injection du premier injecteur;

20 - la figure 4 est une vue de détail, en demi-coupe axiale suivant l'axe d'injection du premier injecteur, du système d'injection et d'une partie de la chambre de combustion de la figure 1. Sur cette figure sont représentées les zones d'écoulements des différents fluides traversant le système d'injection.

L'exemple de chambre de combustion 10 de la figure 1 est représenté dans son environnement, à l'intérieur d'un turboréacteur. Cette chambre 10 est annulaire, centrée sur l'axe X qui est aussi l'axe de rotation du turboréacteur. Cette chambre de combustion est dite axiale, car elle est orientée sensiblement suivant l'axe X.

30 L'invention pourrait s'appliquer à d'autres types de turbomachines et à d'autres types de chambres, notamment aux chambres de combustion dites radiales à retour, c'est-à-dire des chambres de combustion coudées dont une portion est orientée sensiblement radialement par rapport à l'axe de rotation du turboréacteur.

35 La chambre de combustion 10 comprend deux parois annulaires (ou viroles) internes 12 et externes 14. Ces parois 12, 14 sont mutuellement écartées et positionnées coaxialement autour de l'axe X. Ces parois 12, 14 sont reliées entre elles par un fond de chambre 16

disposé entre celles-ci, dans la région amont de la chambre 10. Les parois 12, 14 et le fond 16 délimitent entre eux, l'enceinte de combustion de la chambre 10.

5 Le fond de chambre 16 présente une pluralité d'ouvertures 18 réparties régulièrement autour de l'axe de rotation X. La chambre 10 comprend également des déflecteurs 19 montés sur le fond de chambre 16, à la périphérie des ouvertures 18, de manière à protéger le fond 16 des hautes températures atteintes lors de la combustion.

10 A l'intérieur de chaque ouverture 18 est monté un système d'injection de carburant 20 selon l'invention. Ce système 20 est représenté en détail sur les figures 2 et 3.

15 On notera que la chambre de combustion 10 est de conception classique, c'est-à-dire que sa forme générale, sa structure, etc. sont comparables à celles d'une chambre de combustion équipée de systèmes d'injection à un seul injecteur. Bien entendu, la chambre de combustion 10 a été conçue en tenant compte des particularités des systèmes d'injection 20 et, notamment, les orifices 18 sont de taille adaptée à celle des systèmes d'injection 20 (de diamètre plus grand que celui des systèmes d'injection classiques 20).

20 Chaque système d'injection 20 comprend, en son centre, un premier injecteur 22 de carburant (également appelé injecteur pilote) permettant d'injecter du carburant suivant un axe d'injection I. Le système d'injection 20 comprend, autour du premier injecteur 22 et dans cet ordre : un premier passage d'admission d'air 24, un conduit d'admission d'air 26, un deuxième injecteur de carburant 28, et un deuxième passage d'admission d'air 30.

25 Le système d'injection 20 présente une sensible symétrie de révolution autour de l'axe I, les éléments le constituant étant de forme générale annulaire, et répartis coaxialement autour de cet axe I.

30 Dans l'exemple, les premier et deuxième passages d'admission d'air 24, 30, sont des vrilles d'air, c'est-à-dire des passages annulaires permettant d'imprimer un mouvement de rotation (autour de l'axe I) à l'air qui les traverse. L'air comprimé traversant les passages d'admission 24 et 30 provient du diffuseur 17 du turboréacteur (voir fig. 1).

35 Les premier et deuxième injecteurs 22 et 28 sont respectivement alimentés en carburant par des conduites (ou rampes)

d'alimentation 32 et 38. Dans l'exemple, le deuxième injecteur 28 est alimenté par une seule conduite de 38. Alternativement, le deuxième injecteur 28 peut être alimenté par plusieurs conduites connectées en différents points de la circonférence de l'injecteur 28.

5 Les premier et deuxième injecteurs 22 et 28 peuvent être alimentés avec des carburants identiques ou différents. En particulier, un arrangement spécifique à l'utilisation d'hydrogène peut être réalisé pour le deuxième injecteur 28.

10 Le premier injecteur 22 permet d'injecter un premier nuage de carburant 42 (voir figure 3) au centre du système d'injection 20, via un orifice d'injection 23 centré sur l'axe I. Le nuage de carburant 42 est de forme générale conique, centrée sur l'axe I.

15 Le deuxième injecteur 28 est de forme annulaire et permet d'injecter, via une fente d'injection circulaire 29 centrée sur l'axe I, un deuxième nuage de carburant 48 (voir figure 3). Ce deuxième nuage de carburant 48 est de forme générale annulaire, sensiblement centrée sur l'axe I, et entoure le premier nuage 42.

20 Le carburant émis par les injecteurs 22 et 28 est mélangé à de l'air, cet air provenant des passages d'admission d'air 24 et 30. Ces passages 24 et 30 sont respectivement situés autour des injecteurs 22 et 28, en amont de l'orifice d'injection 23 et de la fente d'injection 29.

25 Selon un exemple de réalisation, le deuxième injecteur 28 est également configuré de manière à imprimer un mouvement de rotation (autour de l'axe I) au nuage de carburant 48. Dans ce cas, le mouvement de rotation de l'air provenant du passage d'admission 30 peut être de même sens (co-rotatif) ou de sens opposé (contra-rotatif) à celui du nuage de carburant 48.

30 Le premier passage d'admission d'air 24 est délimité entre des parois intérieure 43 et extérieure 44, de forme générale annulaire, centrées sur l'axe I.

La paroi intérieure 43 enveloppe le premier injecteur 22.

35 La paroi extérieure 44 se prolonge vers l'aval par une paroi divergente 45, c'est-à-dire une paroi définissant un conduit de forme générale tronconique, ou bol 61, dont la section augmente dans le sens d'écoulement du premier mélange air/carburant (i.e. de l'amont vers l'aval).

Le conduit d'admission d'air 26 est défini entre les parois 44 et 45, d'une part, et une paroi 46, d'autre part, la paroi 46 entourant les parois 44 et 45. Des bras structuraux radiaux 47 relient les parois 44 et 46 et les maintiennent mutuellement écartées. Pour que le conduit  
5 d'admission d'air 26 et le premier passage d'admission d'air 24 soient bien alimentés en air, le système d'injection 20 présente un évidement 49 en amont du conduit 26 et du passage 24. Dans l'exemple, cet évidement est cylindrique, de diamètre extérieur correspondant sensiblement à celui du conduit 26. Seul le conduit d'alimentation 32 du premier injecteur 22  
10 traverse cet évidement 49.

Le conduit d'admission d'air 26 comprend une première série d'orifices 62 de sortie traversant la paroi divergente 45, au niveau de l'extrémité aval de cette paroi, ces orifices 62 étant disposés en cercle autour du premier injecteur 22 (en aval de celui-ci). Il comprend, en  
15 outre, une deuxième série d'orifices 63 de sortie traversant la paroi divergente 45 en amont de ladite première série d'orifices 62, ces orifices 63 étant disposés en cercle autour du premier injecteur (en aval de celui-ci). Avantagusement, les orifices 62 et 63 sont régulièrement répartis autour du premier injecteur 22.

20 Le deuxième injecteur 28 est disposé autour de la paroi 46.

Le premier injecteur 22, le passage d'admission d'air 24, le bol 61, le conduit 26 et le deuxième injecteur 28 sont tous réunis au sein d'un premier ensemble 51 délimité par une paroi extérieure 50. Cette paroi 50 est reliée aux extrémités aval des parois 45 et 46, de sorte qu'elle  
25 contribue à délimiter un logement pour le deuxième injecteur 28 avec la paroi 46, et à délimiter le conduit 26 avec les parois 44, 45 et 46.

Le premier ensemble 51 est entouré par un deuxième ensemble 52. Ces ensembles 51 et 52 sont montés l'un après l'autre sur la paroi de fond 16 de la chambre de combustion 10 : d'abord on monte l'ensemble  
30 52 sur cette paroi de fond, à l'intérieure de l'orifice 18, puis on monte l'ensemble 51 à l'intérieur de l'ensemble 52.

Le deuxième ensemble 52 comprend deux parois annulaires intérieure 53 et extérieure 54, mutuellement écartées et délimitant entre elles le deuxième passage d'admission d'air 30. La paroi extérieure 54 et la  
35 paroi intérieure 53 sont évasées vers l'amont afin de ne pas gêner le

montage de l'ensemble 51 sur l'ensemble 52, ce montage s'effectuant par l'arrière de l'ensemble 52 (i.e. de l'amont vers l'aval).

La paroi extérieure 54 se prolongeant vers l'aval par une paroi cylindrique 55, puis par une paroi divergente 56.

5 La paroi cylindrique 55 forme avec la paroi extérieure 50 un canal annulaire 57 à l'intérieur duquel est injecté le nuage de carburant 48. Ce canal 57 se situe dans le prolongement du deuxième passage d'admission d'air 30, en aval de celui-ci.

10 La paroi divergente 56 (à la manière de la paroi 45) forme un conduit tronconique évasé vers l'aval, ou bol 71. Cette paroi divergente 56 est traversée, au niveau de son extrémité aval, par une série d'orifices 72 disposés en cercle autour du deuxième injecteur 28, en aval de celui-ci.

15 La structure du système d'injection 20 de la figure 1 étant bien comprise, on va maintenant s'intéresser aux fonctions et avantages d'un tel système.

Ci-après, on désigne par module "ralenti", ou module pilote, l'ensemble comprenant le premier injecteur de carburant 22 et le premier passage d'admission d'air 24, et par module "plein gaz" l'ensemble comprenant le deuxième injecteur de carburant 28 et le deuxième passage d'admission d'air 30. On notera que ces modules ne correspondent pas avec les ensembles 51 et 52 précédemment décrits. On notera également que ces modules sont disposés coaxialement autour de l'axe d'injection I.

20 De la même manière, on définit deux circuits de carburant : un circuit "ralenti" comprenant le conduit d'alimentation 32 et le premier injecteur 22, ce circuit débouchant au centre du système d'injection via l'orifice d'injection 23; et un circuit "plein gaz" comprenant le conduit d'alimentation 38 et le deuxième injecteur 28, ce circuit débouchant en périphérie du système d'injection, via la fente d'injection 29.

30 La régulation du fonctionnement des modules ralenti et plein gaz et, notamment, l'évolution de la répartition du carburant entre les deux modules en fonction du régime de fonctionnement du turboréacteur, sont définies de manière à limiter les émissions de gaz toxiques sur l'ensemble de fonctionnement du moteur.

35 Lors du démarrage ou du redémarrage du moteur (i.e. phases d'allumage et de propagation de la flamme) les deux modules peuvent être utilisés.

Durant la phase d'enroulement et aux faibles régimes, le module ralenti fonctionne seul. Au-delà d'un régime correspondant à une poussée de 10 à 30 % de la poussée plein gaz, les deux modules fonctionnent avec une répartition de carburant adéquate pour limiter les émissions de gaz toxiques.

En référence à la figure 3, on va maintenant s'intéresser aux écoulements d'air et de carburant traversant le module ralenti.

Le premier injecteur 22 injecte le premier nuage de carburant 42. Le premier passage d'admission d'air 26 génère un écoulement d'air tourbillonnant qui reprend le carburant injecté et contribue à en assurer la pulvérisation et le mélange.

Un film d'air f2 doté d'une composante giratoire, est généré par la deuxième série d'orifices 63 du conduit d'admission d'air 26. Ce film d'air f2 a pour fonctions : de protéger la paroi divergente 45 contre les risques de cokéfaction ; de contrôler les mouvements de précession du vortex généré par le premier passage d'admission d'air 24, ce mouvement pouvant être l'origine d'instabilité de combustion ; de piloter la position axiale de la zone de recirculation du module ralenti de manière à supprimer le risque de "flash-back", à contrôler le transfert thermique à l'extrémité de l'injecteur 22 et ainsi réduire les risques de cokéfaction du circuit de carburant au nez de l'injecteur 22, et améliorer la propagation de la flamme du module ralenti vers le module plein gaz, lors de la transition entre un régime ralenti et un régime plein gaz.

Un film d'air f1 est généré par la première série d'orifices 62 du conduit d'admission d'air 26. Ce film d'air f2 a pour fonctions : de piloter l'expansion radiale du nuage de carburant 42 issue du premier injecteur 22, et de l'isoler de l'air venant du deuxième passage d'admission d'air 30, ce qui permet de maintenir un niveau de richesse suffisant pour limiter la formation de CO/CHx au ralenti ; et d'amortir les instabilités de combustion entre les deux modules. On notera que les orifices 62 de la première série peuvent être tous de taille identique, ou de taille variable (par secteur) afin d'améliorer le compromis entre les performances en régime ralenti qui nécessitent d'isoler la zone de combustion du premier mélange air/carburant, et l'opérabilité qui est favorisée par une intercommunication entre la zone ralenti et la zone plein gaz afin d'assurer la propagation de la flamme.

On notera que d'autres films d'air peuvent être générés par d'autres séries d'orifices et, notamment, par des séries d'orifices 73 et 74 ménagée au niveau de l'extrémité du conduit d'admission d'air 26 et représentée en pointillés sur la figure 3. Ces séries d'orifices 73 et 74  
5 génèrent des films d'air de refroidissement et, notamment, le film d'air des orifices 73 permet de refroidir le rebord aval du bol 61.

On va maintenant s'intéresser aux écoulements d'air et de carburant traversant le module plein gaz.

On rappelle que l'injection du deuxième nuage de carburant 48  
10 peut se faire via une fente circulaire 29, comme dans l'exemple des figures, ou via une pluralité d'orifices répartis en cercle autour du premier injecteur 22. Par ailleurs, le nuage de carburant 48 peut être injecté de manière co- ou contra-rotative par rapport à l'écoulement giratoire issu du deuxième passage d'admission d'air 30. L'inclinaison axiale-radiale du  
15 deuxième passage d'admission d'air 30 permet de délivrer un écoulement d'air dont le champ de vitesse favorise la pénétration et un mélange homogène du carburant, ce qui permet de réaliser le deuxième mélange air/carburant dans le canal 57. Le bol 71 est attaché au fond de chambre  
16 et est traversé, en amont de la série d'orifice 72, par une ou plusieurs  
20 autres séries d'orifices (non représentées) qui permettent de reprendre le carburant ruisselant en paroi 54 et d'améliorer ainsi les qualités du mélange réalisé dans le canal 57.

Le film d'air f3, issu de la série d'orifices 72, permet de contrôler l'expansion radiale du deuxième mélange air/carburant, ce qui  
25 permet de limiter les interactions avec les parois de la chambre de combustion, préjudiciables à sa tenue thermique. On notera que les orifices 72, peuvent être tous de tailles identiques, ou de tailles variables (par secteur) pour assurer à la fois un contrôle de l'expansion du deuxième mélange air/carburant vers les parois de la chambre et favoriser  
30 la propagation de la flamme entre des modules plein gaz voisins, notamment lors d'une phase d'allumage.

Le schéma de la figure 4 représente les différentes zones d'écoulement générées par le système d'injection des figures 1 à 3. Ainsi, le module ralenti génère une zone de recirculation A localisée autour de  
35 l'axe d'injection I. Les caractéristiques de cette zone de recirculation (volume, temps de séjour moyen de l'écoulement, richesse) sont

déterminées par la taille du bol 61 et le débit d'air du module ralenti. Elles vont déterminer les performances de la chambre en terme de rallumage, de stabilité et d'émission au ralenti.

5 Le deuxième passage d'admission d'air 30 qui appartient au module plein gaz, génère un écoulement tourbillonnant direct dans la zone d'écoulement B, isolé de la zone de recirculation A par le film d'air f1 issu de la première série d'orifices 62 de sortie du conduit d'alimentation d'air 26, ce film d'air f1 limitant le cisaillement et donc le mélange entre les zones A et B. Par ailleurs, la présence de la série d'orifices 72 du bol 71 du module plein gaz évite l'interaction des gaz de la zone d'écoulement B avec les parois de la chambre de combustion 10. Le module plein gaz génère une zone de recirculation C localisée de part et d'autre de chaque système d'injection 20, et entre les systèmes d'injection, en fond de chambre. Grâce à ces zones de recirculation C, le module plein gaz présente une large plage de stabilité autorisant une latitude de réglage importante en ce qui concerne la transition du régime ralenti au régime plein gaz. On notera que les écoulements ralenti et plein gaz se mélangent dans la partie aval de la chambre de combustion, dans la zone repérée D.

20 En régime ralenti, seul le module ralenti, donc seule la zone de recirculation A, est carburée. Les contraintes de dimensionnement relatives à la stabilité du foyer pour un débit de carburant donné correspondant à la butée de décélération imposent, de fait, un fonctionnement de type combustion riche dès le régime ralenti dit OACI (7 % de poussée). La présence de la zone de mélange D juste en aval de la zone de recirculation A fait du foyer du système d'injection, un foyer de type "Rich burn quick Quench Lean" dit RQL. La production de NOx reste donc faible même pour des moteurs dont les caractéristiques thermodynamiques au ralenti sont suffisamment sévères pour conduire potentiellement à la formation d'une quantité significative de NOx (par exemple un turbopropulseur de type TP400).

30 En fonctionnement plein gaz, le module ralenti et le module plein gaz sont carburés, la répartition de carburant étant choisie de manière à réaliser une combustion pauvre, donc faiblement productrice de NOx et de fumée sur les deux modules.

## REVENDICATIONS

1. Système d'injection de carburant dans une chambre de combustion de turbomachine, comprenant des premier et deuxième injecteurs de carburant, caractérisé en ce que le premier injecteur (22) est positionné au centre du système d'injection (20), de manière à injecter un premier nuage de carburant (42), et en ce que le deuxième injecteur (28) entoure le premier injecteur de manière à injecter un deuxième nuage de carburant (48) de forme générale annulaire, autour du premier nuage de carburant.
2. Système d'injection de carburant selon la revendication 1, dans lequel le deuxième injecteur (28) présente une fente d'injection circulaire (29) entourant le premier injecteur.
3. Système d'injection de carburant selon la revendication 1, dans lequel le deuxième injecteur présente plusieurs orifices d'injection disposés en cercle autour du premier injecteur.
4. Système d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant des premier et deuxième passages d'admission d'air (24, 30) associés respectivement aux premier et deuxième injecteurs (22, 28), de manière à former, respectivement, des premier et deuxième mélanges air/carburant.
5. Système d'injection selon la revendication 4, dans lequel le premier injecteur (22), le premier passage d'admission d'air (24) et le deuxième injecteur (28) appartiennent à un premier ensemble (51) destiné à être monté sur un deuxième ensemble (52) comprenant le deuxième passage d'admission d'air (30), ce deuxième ensemble (52) étant destinée à être monté sur ladite chambre de combustion (10).
6. Système d'injection de carburant selon la revendication 4 ou 5 comprenant, en outre, un conduit d'admission d'air (26) avec des orifices

de sortie (62) débouchant entre les premier et deuxième injecteurs, de manière à créer un film d'air (f2) séparateur entre les zones de combustion respectives des premier et deuxième mélanges air/carburant.

- 5 7. Système d'injection selon la revendication 6 comprenant, autour du premier injecteur (22) et dans cet ordre : le premier passage d'admission d'air (24), le conduit d'admission d'air (26), le deuxième injecteur (28) et le deuxième passage d'admission d'air (30).
- 10 8. Système d'injection selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, dans lequel le premier passage d'admission d'air (24) est délimité entre deux parois annulaires intérieure et extérieure (43, 44), la paroi extérieure (44) se prolongeant vers l'aval par une paroi divergente (45).
- 15 9. Système d'injection selon les revendications 6 et 8, dans lequel ledit conduit d'admission d'air (26) comprend une première série d'orifices de sortie (62) traversant ladite paroi divergente (45), au niveau de l'extrémité aval de cette paroi, ces orifices étant disposés en cercle autour du premier injecteur (22).
- 20 10. Système d'injection selon la revendication 9, dans lequel ledit conduit d'admission d'air (26) comprend une deuxième série d'orifices de sortie (63) traversant ladite paroi divergente (45) en amont de ladite première série d'orifices de sortie (62), ces orifices étant disposés en
- 25 cercle autour du premier injecteur (22).
- 30 11. Système d'injection selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le deuxième passage d'admission d'air (30) est délimité entre deux parois annulaires intérieure et extérieure (53, 54), la paroi extérieure (54) se prolongeant vers l'aval par une paroi divergente (56), cette paroi divergente étant traversée, au niveau de son extrémité aval, par une série d'orifices (72) disposés en cercle autour du deuxième injecteur (28).

12. Chambre de combustion de turbomachine équipée d'un système d'injection (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
13. Chambre de combustion selon la revendication 12 comprenant des parois intérieure et extérieure annulaires (12, 14), mutuellement écartées, un fond de chambre (16) disposé entre lesdites parois, dans la région amont de ladite chambre, et un système d'injection (20) selon la revendication 5, ledit deuxième ensemble (52) étant fixé au fond de chambre (16).
14. Turbomachine comprenant une chambre de combustion selon la revendication 12 ou 13.

1/4

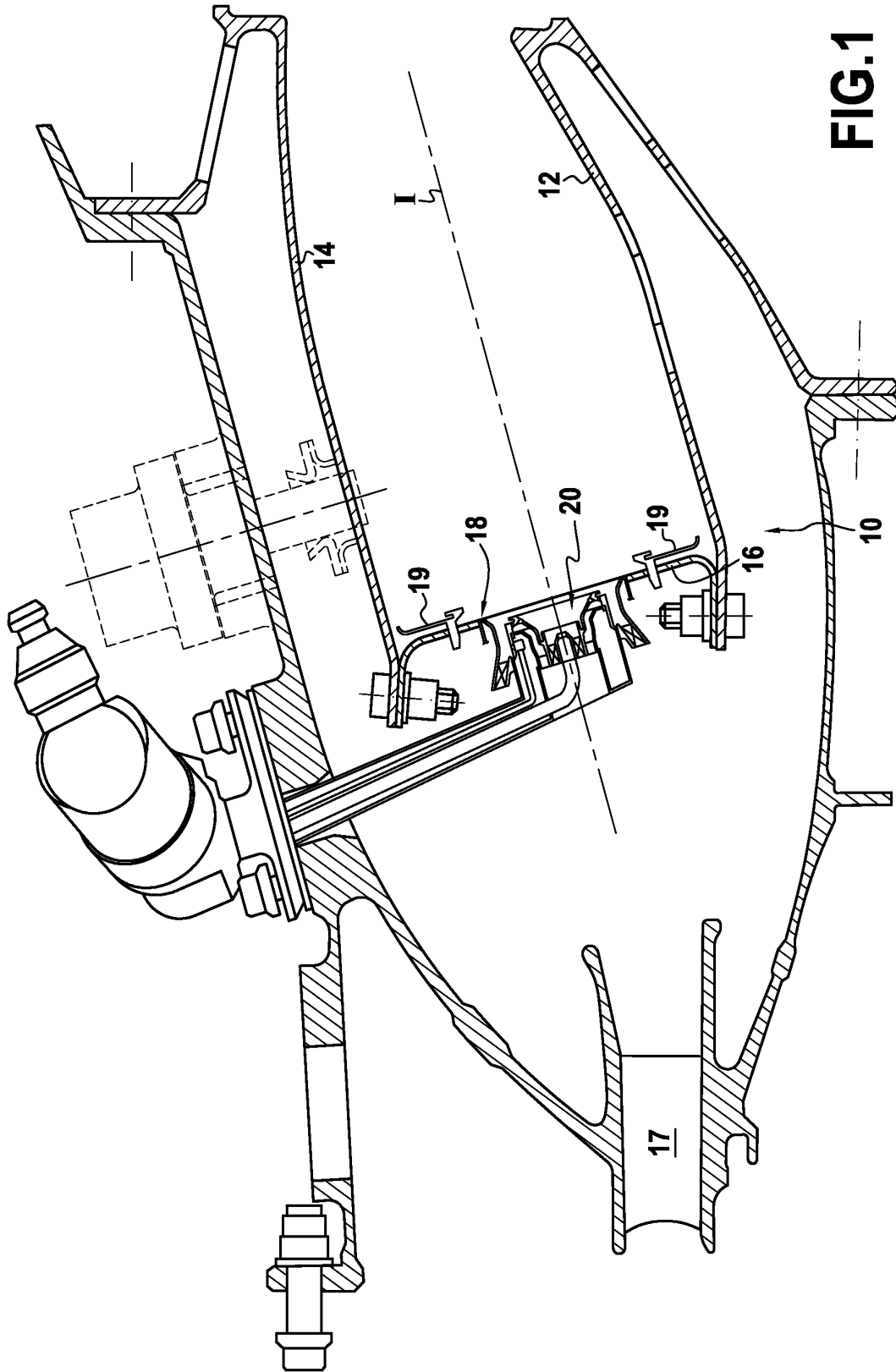


FIG. 1

X



3/4

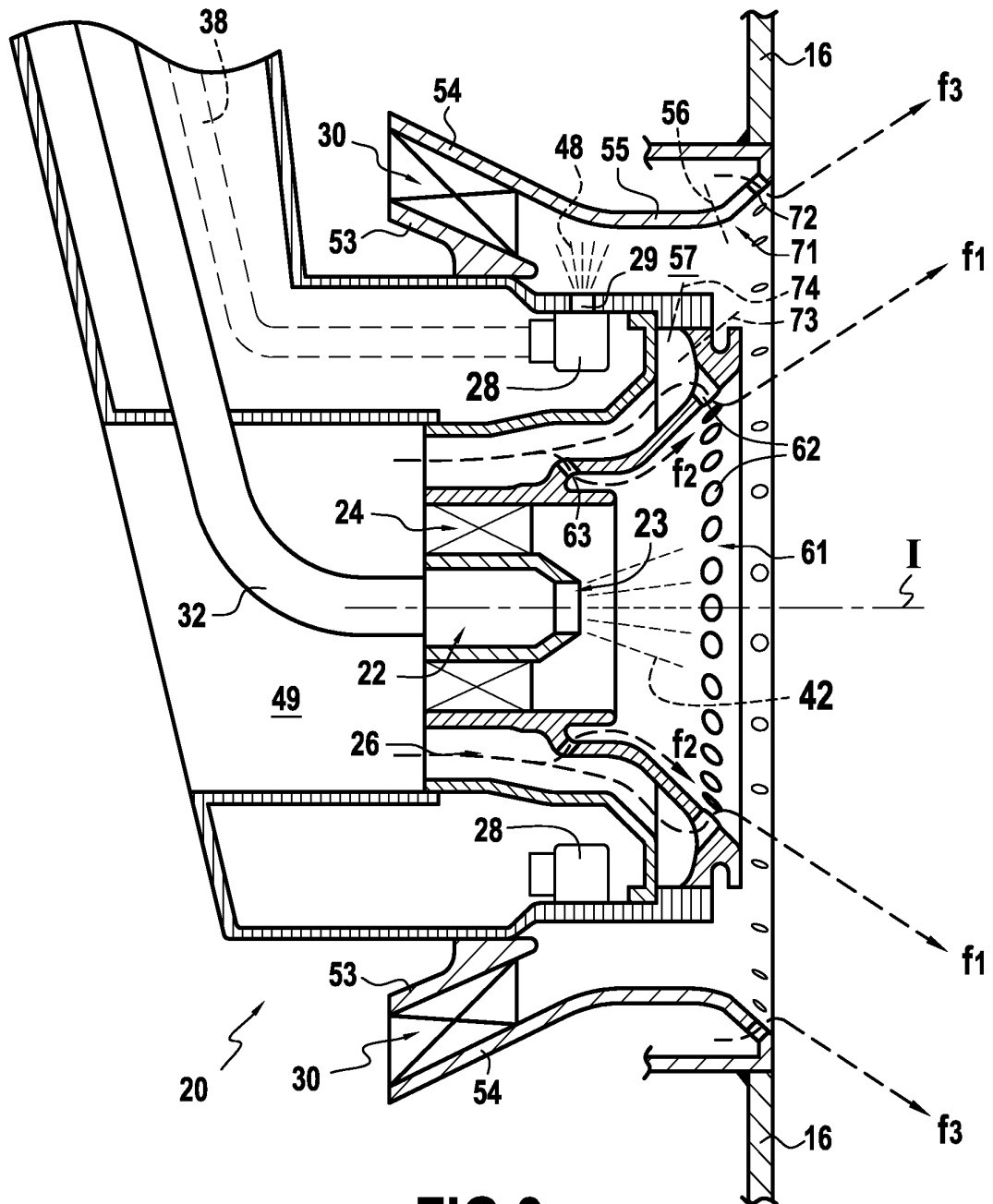


FIG. 3





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 689789  
FR 0752820

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 193 450 A (GEN ELECTRIC [US]) 3 avril 2002 (2002-04-03) * alinéa [0011] - alinéa [0021]; figures 4,5 *	1,3,4,8, 12-14	F23R3/34 F23R3/28 F02C7/22
X	EP 1 193 449 A (GEN ELECTRIC [US]) 3 avril 2002 (2002-04-03) * alinéa [0009] - alinéa [0011]; figures 3,4 *	1,3-5, 12-14	
X	EP 1 413 830 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 28 avril 2004 (2004-04-28) * alinéa [0013] - alinéa [0033]; figure 1 *	1,2,4,8, 12-14	
A	EP 1 314 933 A (HISPANO SUIZA SA [FR]) 28 mai 2003 (2003-05-28) * figure 1 *	6,11	
E	EP 1 806 536 A (SNECMA [FR]) 11 juillet 2007 (2007-07-11) * alinéa [0051]; figure 7 *	1,3-5, 11-14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F23R
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 septembre 2007		Theis, Gilbert	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0752820 FA 689789**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 17-09-2007

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
EP 1193450	A	03-04-2002	JP 2002168449 A	14-06-2002
			US 6363726 B1	02-04-2002
-----				
EP 1193449	A	03-04-2002	JP 2002162035 A	07-06-2002
			US 6367262 B1	09-04-2002
-----				
EP 1413830	A	28-04-2004	US 2004079086 A1	29-04-2004
-----				
EP 1314933	A	28-05-2003	FR 2832493 A1	23-05-2003
			RU 2293862 C2	20-02-2007
			US 2003131600 A1	17-07-2003
-----				
EP 1806536	A	11-07-2007	CA 2572857 A1	09-07-2007
			FR 2896030 A1	13-07-2007
			JP 2007183094 A	19-07-2007
			US 2007157616 A1	12-07-2007
-----				