



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 640 662 A1**

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
**29.03.2006 Bulletin 2006/13**

(51) Int Cl.:  
**F23D 11/10<sup>(2006.01)</sup> F23D 11/24<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **05291870.3**

(22) Date de dépôt: **09.09.2005**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA HR MK YU**

(30) Priorité: **23.09.2004 FR 0410051**

(71) Demandeur: **SNECMA**  
**75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Furletov, Victor Ivanovich**  
**Moscou 111531 (RU)**

- **Noel, Thomas**  
**75012 Paris (FR)**
- **Rollin, Gilles**  
**77115 Blandy les Tours (FR)**
- **Vasilev, Alexander Jur'evich**  
**Moscou 113525 (RU)**
- **Yagogkin, Victor Ivanovich**  
**Moscou 119071 (RU)**

(74) Mandataire: **Joly, Jean-Jacques et al**  
**Cabinet Beau de Loménie**  
**158, rue de l'Université**  
**75340 Paris Cédex 07 (FR)**

(54) **Injecteur à effervescence pour système aéromécanique d'injection air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine**

(57) Injecteur de carburant (2) pour système d'injection aéromécanique d'un mélange air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine, comportant une structure tubulaire principale (4) d'axe XX' qui s'ouvre à une extrémité aval (4a) pour le mélange air/carburant, une conduite tubulaire de carburant (6) qui est disposée à l'intérieur de la structure principale (4) et qui débouche dans la structure principale (4) par l'intermédiaire d'un bouchon atomiseur de carburant (10) de façon à y introduire du carburant à une pression  $P_C$ , au moins un canal d'alimentation en air (12) qui débouche dans la structure principale (4) de façon à y introduire de l'air à une pression  $P_A$ , et des moyens pour injecter dans la conduite de carburant (6) un gaz à une pression  $P_G$  qui est supérieure à  $P_A$  et supérieure ou égale à  $P_C$  afin de créer une effervescence du carburant lors de son introduction dans la structure principale (4).

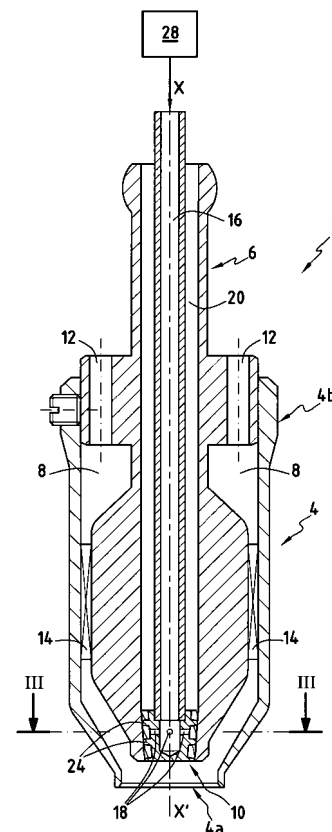


FIG.1

EP 1 640 662 A1

## Description

### Arrière-plan de l'invention

**[0001]** La présente invention se rapporte au domaine général des systèmes d'injection d'un mélange air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine. Elle vise plus particulièrement un injecteur de carburant pour un système d'injection de type aéromécanique muni de moyens pour atomiser le carburant avant son mélange avec l'air.

**[0002]** Le processus classique d'élaboration et d'optimisation d'une chambre de combustion d'une turbomachine a pour objectif principal de concilier la mise en oeuvre des performances opérationnelles de la chambre (rendement de combustion, domaine de stabilité, domaine d'allumage et de rallumage, durée de vie du foyer de combustion, etc.) en fonction de la mission envisagée pour l'avion sur lequel est montée la turbomachine tout en minimisant les émissions polluantes (oxydes d'azote, monoxyde de carbone, hydrocarbures imbrûlés, etc.). Pour ce faire, il est notamment possible de jouer sur la nature et les performances du système d'injection du mélange air/carburant dans la chambre de combustion, la répartition de l'air de dilution dans la chambre et la dynamique du mélange air/carburant dans la chambre.

**[0003]** La chambre de combustion d'une turbomachine se compose typiquement d'un système d'injection d'un mélange air/carburant dans un tube à flamme, d'un système de refroidissement et d'un système de dilution. La combustion s'organise principalement au sein d'une première partie du tube à flamme (appelée zone primaire) dans laquelle elle est stabilisée au moyen de zones de re-circulation du mélange air/carburant induites par l'écoulement d'air issu du système d'injection. Dans la seconde partie du tube de mélange (appelée zone de dilution), l'activité chimique mise en oeuvre est plus faible et l'écoulement est dilué au moyen de trous de dilution.

**[0004]** Dans la zone primaire du tube à flamme, différents phénomènes physiques interviennent : injection et atomisation en fines gouttelettes du carburant, évaporation des gouttelettes, mélange des vapeurs de carburant avec l'air et réactions chimiques d'oxydation du carburant par l'oxygène de l'air.

**[0005]** Ces phénomènes physiques sont régis par des temps caractéristiques. Le temps d'atomisation représente ainsi le temps nécessaire à la désintégration de la nappe de carburant par l'air et à la formation d'un spray d'air/carburant. Il dépend principalement des performances et de la technologie du système d'injection utilisé et de l'aérodynamique au voisinage de la nappe de carburant. Le temps d'évaporation dépend également du système d'injection utilisé. Il est directement fonction de la taille des gouttelettes issues de la désintégration de la nappe de carburant ; plus les gouttelettes sont petites, plus le temps d'évaporation est faible. Le temps de mélange correspond au temps nécessaire aux vapeurs de carburant provenant de l'évaporation des gouttelettes

pour se mélanger à l'air. Il dépend principalement du niveau de turbulence à l'intérieur du foyer de combustion et donc de la dynamique de l'écoulement dans la zone primaire. Quant au temps chimique, il représente le temps nécessaire aux réactions chimiques pour se développer. Il dépend des pressions et températures en entrée de foyer et de la nature du carburant utilisé.

**[0006]** Le système d'injection utilisé joue donc un rôle primordial dans le processus d'élaboration d'une chambre de combustion, notamment dans l'optimisation des temps caractéristiques d'atomisation et d'évaporation du carburant.

**[0007]** Il existe deux familles principales de systèmes d'injection : les systèmes « aéromécaniques » pour lesquels l'atomisation du carburant provient d'une différence importante de pression entre le carburant et l'air et les systèmes « aérodynamiques » pour lesquels l'atomisation du carburant est due au cisaillement du carburant entre deux nappes d'air. La présente invention vise plus particulièrement des systèmes de type aéromécanique.

**[0008]** Les systèmes d'injection aéromécaniques connus de l'art antérieur présentent de nombreux inconvénients. Notamment, la limitation en pression ne permet pas de réduire suffisamment la taille des gouttelettes de carburant. Le spray d'air/carburant créé par ces systèmes d'injection n'est par ailleurs pas toujours stable à tous les régimes de fonctionnement de carburant.

### Objet et résumé de l'invention

**[0009]** La présente invention a donc pour but principal de pallier de tels inconvénients en proposant un injecteur pour système d'injection aéromécanique qui permet de réduire les temps caractéristiques d'atomisation et d'évaporation du carburant à tous les régimes de fonctionnement de la turbomachine.

**[0010]** A cet effet, il est prévu un injecteur de carburant pour système d'injection aéromécanique d'un mélange air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine, comportant une structure tubulaire principale d'axe XX' qui s'ouvre à une extrémité aval pour le mélange air/carburant, une conduite tubulaire de carburant qui est disposée à l'intérieur de la structure principale de façon à ménager un passage annulaire avec celle-ci, et qui débouche à une extrémité aval dans la structure principale par l'intermédiaire d'un bouchon atomiseur de carburant de façon à y introduire du carburant à une pression  $P_C$ , et au moins un canal d'alimentation en air qui est relié à un étage de compresseur de la turbomachine et qui débouche dans le passage annulaire de façon à y introduire de l'air à une pression  $P_A$ , caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens pour injecter dans la conduite de carburant un gaz à une pression  $P_G$  qui est supérieure à  $P_A$  et supérieure ou égale à  $P_C$  afin de créer une effervescence du carburant lors de son introduction dans la structure principale.

**[0011]** Le fait d'injecter dans la conduite de carburant un gaz à une pression supérieure ou égale à la pression

du carburant créé un mélange liquide/gaz à la pression  $P_C$  préalablement à son introduction dans la structure principale dans laquelle il sera dispersé. Lors de la détente de ce mélange de pression  $P_C$  à la pression interne dans la structure principale, l'expansion brutale de la phase gazeuse provoque la désintégration de la nappe de carburant : c'est l'effervescence. De la sorte, les temps caractéristiques d'atomisation et d'évaporation du carburant à la sortie du système d'injection peuvent être considérablement réduits.

**[0012]** Ces gains permettent ainsi, aux faibles régimes de fonctionnement de la turbomachine, d'améliorer le rendement de combustion et d'augmenter la résistance du foyer de combustion à l'extinction, et aux régimes plein gaz de fonctionnement de la turbomachine, de limiter la formation d'émissions polluantes de type oxydes d'azote et suies.

**[0013]** De façon plus particulière, l'injecteur comporte une conduite tubulaire de gaz qui est disposée à l'intérieur de la conduite de carburant et qui comporte une pluralité d'orifices débouchant dans la conduite de carburant.

**[0014]** Avantageusement, les orifices de la conduite de gaz débouchent de façon sensiblement perpendiculaire dans la conduite de carburant et ils sont disposés selon au moins un même plan transversal.

**[0015]** Le bouchon atomiseur de carburant peut comporter une partie cylindrique centrée sur l'axe  $XX'$ , ayant un diamètre externe inférieur au diamètre interne de la conduite de carburant et muni d'une pluralité d'aillettes profilées s'étendant radialement vers l'extérieur, les ailettes ayant une surface externe en contact avec une surface interne de la conduite de carburant.

**[0016]** De préférence, les ailettes du bouchon atomiseur de carburant sont régulièrement réparties sur toute la circonférence de la partie cylindrique. Elles peuvent présenter une torsion angulaire, de préférence de l'ordre de  $45^\circ$ , selon une même direction.

**[0017]** Selon un mode de réalisation de l'invention, les orifices de la conduite de gaz débouchent dans la conduite de carburant au niveau du bouchon atomiseur de carburant.

**[0018]** De façon plus particulière, les orifices de la conduite de gaz débouchent entre deux ailettes adjacentes du bouchon atomiseur de carburant et ils s'ouvrent de façon tangentielle dans la conduite de gaz.

**[0019]** Selon un autre mode de réalisation de l'invention, les orifices de la conduite de gaz débouchent dans la conduite de carburant en amont du bouchon atomiseur de carburant.

**[0020]** Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, il est prévu un dispositif de pilotage du débit de gaz injecté dans la conduite de carburant.

**[0021]** La présente invention a également pour objet un système d'injection aéromécanique muni d'un injecteur de carburant tel que défini précédemment.

## Brève description des dessins

**[0022]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un injecteur selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective du bouchon atomiseur de carburant de l'injecteur de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue en coupe selon III-III de la figure 1 ;
- la figure 4 est une vue en coupe axiale d'un injecteur selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 5 est une vue en coupe axiale d'un système d'injection air/carburant muni d'un injecteur selon l'invention ; et
- la figure 6 est une vue en coupe axiale d'un autre système d'injection air/carburant muni d'un injecteur selon l'invention.

## Description détaillée d'un mode de réalisation

**[0023]** En liaison avec les figures 1 et 4, l'injecteur de carburant 2, 2' selon l'invention se présente sous la forme générale d'une structure tubulaire principale 4 d'axe  $XX'$  qui s'ouvre à une extrémité aval 4a pour le mélange air/carburant. L'extrémité aval 4a de la structure tubulaire 4 peut présenter une forme sensiblement conique.

**[0024]** Une conduite tubulaire de carburant 6 est disposée à l'intérieur de la structure principale 4 de façon à ménager un passage annulaire 8 avec celle-ci. La conduite tubulaire 6, qui est centrée sur l'axe  $XX'$ , débouche à une extrémité aval dans la structure principale 4 par l'intermédiaire d'un bouchon atomiseur de carburant 10, 10'. Son extrémité aval peut également présenter une forme sensiblement conique.

**[0025]** Le bouchon atomiseur de carburant 10, 10' permet d'introduire dans la structure principale 4, au niveau de son extrémité aval 4a, du carburant à une pression  $P_C$ , par exemple de l'ordre de 4 à 80 bar. Il a pour fonction principale de créer une dispersion du carburant sous la forme d'une pluralité de faisceaux (ou tubes) de carburant.

**[0026]** L'injecteur de carburant 2, 2' comporte en outre au moins un canal d'alimentation en air 12 qui est relié à un étage de compresseur (non représenté) de la turbomachine et qui débouche dans le passage annulaire 8 de façon à y introduire de l'air à une pression  $P_A$ , par exemple de l'ordre de 0,5 à 50 bar.

**[0027]** Dans les modes de réalisation représentés par les figures 1 et 4, l'injecteur de carburant 2, 2' comporte ainsi une pluralité de canaux d'alimentation en air 12 qui sont régulièrement répartis autour de l'axe  $XX'$  et qui débouchent dans le passage annulaire 8 au niveau de l'extrémité amont 4b de la structure principale 4.

**[0028]** Une vrille d'air 14 peut être disposée dans le passage annulaire 8, entre les extrémités aval 4a et amont 4b de la structure principale 4. Une telle vrille d'air 14 permet de créer un effet de rotation (ou « swirl ») de l'écoulement de l'air dans le passage annulaire 8.

**[0029]** L'air s'écoulant dans le passage annulaire 8, qui est éventuellement mis en rotation par la vrille d'air 14, vient alors « briser » les faisceaux de carburant créés par l'atomiseur de carburant 10, 10' au niveau de l'extrémité aval 4a de la structure principale 4. Sous l'effet combiné de l'atomiseur de carburant 10, 10' et de l'air circulant dans le passage annulaire 8, un spray d'air/carburant se crée en sortie de l'injecteur.

**[0030]** Selon l'invention, l'injecteur de carburant 2, 2' comporte en outre des moyens pour injecter dans la conduite de carburant 6 un gaz à une pression  $P_G$  qui est supérieure à  $P_A$  et supérieure ou égale à  $P_C$  afin de créer une effervescence du carburant lors de son introduction dans la structure principale 4.

**[0031]** De façon plus particulière, une conduite tubulaire de gaz 16 est disposée à l'intérieur de la conduite de carburant 6 et comporte une pluralité d'orifices 18 débouchant dans la conduite de carburant 6. Cette conduite de gaz 16 est également centrée sur l'axe XX' et ménage avec la conduite de carburant 6 un passage annulaire 20 pour l'écoulement du carburant.

**[0032]** L'introduction d'un gaz dans la conduite de carburant 6 à une pression  $P_G$  supérieure à la pression  $P_A$  et supérieure ou égale à la pression  $P_C$  permet de créer un mélange liquide/gaz à la pression  $P_C$  avant son introduction dans la structure principale 4. L'effervescence du carburant se caractérise par l'atomisation du carburant produit par l'expansion brutale du gaz lors de l'introduction dans la structure principale 4. Les temps caractéristiques d'atomisation et d'évaporation du carburant se trouvent donc diminués.

**[0033]** Plus particulièrement, l'effervescence du carburant se produit lorsque les conditions suivantes sont réunies : le gaz doit être au moins à une pression  $P_G$  sensiblement égale à celle ( $P_C$ ) du carburant (voire en légère surpression par rapport à celle-ci), et le mélange liquide/gaz doit se produire dans un espace sensiblement confiné pour que le mélange soit à la pression  $P_C$  (en l'espèce, le mélange s'effectue dans la zone de confluence des orifices 18 et de la conduite de carburant 6 dans laquelle ils débouchent).

**[0034]** De préférence, le gaz est un gaz inerte qui n'a pas d'influence directe sur la combustion ultérieure du mélange air/carburant. Par exemple, le gaz peut être de l'air qui est prélevé sur un étage de compresseur de la turbomachine et qui est à nouveau comprimé pour atteindre une pression  $P_G$  supérieure à la pression  $P_A$  de l'air alimentant le ou les canaux d'alimentation en air 12.

**[0035]** Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, les orifices 18 de la conduite de gaz 16 débouchent de façon sensiblement perpendiculaire dans la conduite de carburant 6. Cet arrangement particulier permet de favoriser l'apparition de l'effervescence du car-

burant.

**[0036]** Alternativement, l'axe des orifices 18 peut former une inclinaison vers l'aval avec l'axe XX', par exemple de l'ordre de 60° environ.

**[0037]** Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les orifices 18 de la conduite de gaz 16 sont disposés selon au moins un même plan transversal (sur deux plans transversaux sur la figure 4).

**[0038]** Comme illustré sur la figure 2, le bouchon atomiseur de carburant 10 peut comporter une partie sensiblement cylindrique 22 qui est centrée sur l'axe XX', possède un diamètre externe inférieur au diamètre interne de la conduite de carburant et est muni d'une pluralité d'ailettes profilées 24 s'étendant radialement vers l'extérieur.

**[0039]** Les ailettes profilées 24 ont une surface externe qui est en contact avec une surface interne de la conduite de carburant 6 (figures 1, 3 et 4). Ainsi, des rainures 26 sont formées entre deux ailettes 24 adjacentes afin de permettre au carburant de la conduite 6 de s'écouler vers la structure principale 4 sous la forme d'une pluralité de faisceaux (ou tubes) de carburant.

**[0040]** Les ailettes 24 du bouchon atomiseur de carburant 10 peuvent être régulièrement réparties sur toute la circonférence de la partie cylindrique 22. Elles peuvent également être vrillées selon une même direction, c'est à dire qu'elles peuvent présenter une torsion angulaire selon une même direction. L'ensemble forme ainsi un filetage.

**[0041]** De préférence, la torsion angulaire des ailettes 24 est de 45° environ par rapport à l'axe XX'. La torsion angulaire permet de créer un effet de rotation (ou « swirl ») de l'écoulement de carburant, et plus particulièrement des faisceaux de carburant, à la sortie de l'atomiseur de carburant 10.

**[0042]** Par ailleurs, lorsque l'injecteur de carburant 2, 2' comporte une vrille d'air 14 disposée dans le passage annulaire 8, la torsion angulaire des ailettes 24 est avantageusement réalisée dans le même sens que celle de la vrille d'air 14.

**[0043]** Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le système d'injection 2, 2' comporte en outre un dispositif de pilotage 28 du débit de gaz injecté dans la conduite de carburant 6. Un tel dispositif 28 permet ainsi de contrôler le débit de gaz qu'il est nécessaire d'injecter pour réaliser l'effervescence du carburant. Par exemple, le pilotage du débit de gaz peut être fonction du débit et de la pression  $P_C$  du carburant.

**[0044]** On décrira maintenant les particularités de l'injecteur de carburant 2 illustré sur les figures 1 à 3.

**[0045]** Dans ce mode de réalisation, les orifices 18 de la conduite de gaz 16 débouchent dans la conduite de carburant 6 au niveau du bouchon atomiseur de carburant 10. A cet effet, la conduite de gaz 16 s'étend axialement jusqu'au bouchon atomiseur 10 sur lequel elle est fixée. Le bouchon atomiseur 10 peut présenter une cavité creuse dans laquelle débouche la conduite de gaz 16 et s'ouvrant dans les orifices 18. Alternativement, la con-

duite de gaz 16 et le bouchon atomiseur pourraient être réalisés en une seule et même pièce.

**[0046]** Plus particulièrement, les orifices 18 de la conduite de gaz 16 débouchent entre deux ailettes 24 adjacentes du bouchon atomiseur de carburant 10, c'est à dire qu'ils débouchent au niveau des rainures 26 dans lesquelles se forment les faisceaux de carburant. De la sorte, le mélange entre le carburant et le gaz s'effectue dans la zone de confluence des orifices 18 et des rainures 26 et l'effervescence du carburant qui en résulte désintègre les faisceaux de carburant en fines gouttes.

**[0047]** Comme illustré sur la figure 3, les orifices 18 s'ouvrent avantageusement de façon tangentielle dans la conduite de gaz 16, ce qui permet d'amplifier le phénomène de rotation du carburant créée par la torsion angulaire des ailettes 24 du bouchon atomiseur 10.

**[0048]** On décrira maintenant les particularités de l'injecteur de carburant 2' illustré sur la figure 4.

**[0049]** Dans ce mode de réalisation, les orifices 18 de la conduite de gaz 16 débouchent dans la conduite de carburant 6 en amont du bouchon atomiseur de carburant 10'. La conduite de gaz 16 s'étend axialement jusqu'au bouchon atomiseur 10' sur lequel elle est fixée (ou avec lequel elle peut former une seule et même pièce).

**[0050]** Les orifices 18 peuvent être arrangés selon deux plans transversaux. Ainsi, le mélange entre le carburant et le gaz s'effectue dans la zone de confluence entre les orifices 18 et la zone de la conduite de gaz 16 dans laquelle ils débouchent. Le mélange liquide/gaz se réalise avant sa dispersion en faisceaux au niveau du bouchon atomiseur 10'.

**[0051]** Toujours dans ce mode de réalisation, on remarque également sur la figure 4 que le bouchon atomiseur de carburant 10' présente une section droite sensiblement conique.

**[0052]** L'injecteur de carburant 2, 2' tel que décrit précédemment convient pour les systèmes d'injection aéromécaniques d'un mélange air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine. Les figures 5 et 6 illustrent ainsi deux variantes de tels systèmes d'injection aéromécaniques.

**[0053]** Le système d'injection 100 illustré par la figure 5 comporte un injecteur de carburant 2, 2' selon l'invention centré sur son axe YY'. Il comporte en outre une vrille d'air interne 102 disposée en aval de l'injecteur 2, 2' et permettant d'injecter de l'air selon une direction radiale et une vrille d'air externe 104 disposée en aval de la vrille d'air interne 102 et permettant également d'injecter de l'air selon une direction radiale. Les vrilles d'air 102, 104 mettent en rotation l'écoulement du mélange air/carburant et augmentent ainsi la turbulence afin de favoriser l'atomisation du carburant et son mélange avec l'air.

**[0054]** Un venturi 106 ayant un contour interne de forme convergente divergente est interposé entre les vrilles d'air interne 102 et externe 104. Il permet de délimiter les écoulements d'air issus des vrilles d'air 102, 104.

**[0055]** Un bol 108 évasé vers l'aval est monté en aval

de la vrille d'air externe 104. Par l'intermédiaire de son angle d'ouverture, le bol 108 permet de répartir le mélange air/carburant dans la zone primaire du foyer de combustion.

**[0056]** Le système d'injection 200 illustré par la figure 6 étant également de type aéromécanique, on ne détaillera que les différences existant avec le système d'injection 100 de la figure 5. Notamment, ce système d'injection est du type LPP (pour « Lean Premixed Prevaporized »).

**[0057]** Le système d'injection 200 comporte un injecteur de carburant 2, 2' selon l'invention centré sur son axe ZZ'. Il comporte une vrille d'air interne 202 disposée en aval de l'injecteur 2, 2' et permettant d'injecter de l'air selon une direction radiale et une vrille d'air externe 204 disposée en aval de la vrille d'air interne 202 et permettant d'injecter de l'air selon une direction radiale.

**[0058]** Un premier venturi 206 est interposé entre les vrilles d'air 202, 204, et un second venturi 208 est disposé en aval de la vrille d'air externe 204. Un tube de pré-mélange et/ou de pré-vaporisation 210 est par ailleurs disposé en aval du second venturi 208.

## 25 Revendications

1. Injecteur de carburant (2, 2') pour système d'injection aéromécanique d'un mélange air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine, comportant :

une structure tubulaire principale (4) d'axe XX' qui s'ouvre à une extrémité aval (4a) pour le mélange air/carburant ;

une conduite tubulaire de carburant (6) qui est disposée à l'intérieur de la structure principale (4) de façon à ménager un passage annulaire (8) avec celle-ci, et qui débouche à une extrémité aval dans la structure principale (4) par l'intermédiaire d'un bouchon atomiseur de carburant (10, 10') de façon à y introduire du carburant à une pression  $P_C$  ; et

au moins un canal d'alimentation en air (12) qui est relié à un étage de compresseur de la turbomachine et qui débouche dans le passage annulaire (8) de façon à y introduire de l'air à une pression  $P_A$  ;

**caractérisé en ce qu'il** comporte en outre une conduite tubulaire de gaz (16) disposée à l'intérieur de la conduite de carburant (6) et comportant une pluralité d'orifices (18) débouchant dans ladite conduite de carburant (6) pour injecter dans celle-ci un gaz à une pression  $P_G$  qui est supérieure à  $P_A$  et supérieure ou égale à  $P_C$  afin de créer une effervescence du carburant lors de son introduction dans la structure principale (4), les orifices (18) de la conduite de gaz (16) étant disposés selon au moins un même

plan transversal.

2. Injecteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les orifices (18) de la conduite de gaz (16) débouchent de façon sensiblement perpendiculaire dans la conduite de carburant (6). 5
3. Injecteur selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** le bouchon atomiseur de carburant (10, 10') comporte une partie cylindrique (22) centrée sur l'axe XX', ayant un diamètre externe inférieur au diamètre interne de la conduite de carburant (6) et muni d'une pluralité d'ailettes profilées (24) s'étendant radialement vers l'extérieur, lesdites ailettes (24) ayant une surface externe en contact avec une surface interne de la conduite de carburant (6). 10
4. Injecteur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les ailettes profilées (24) du bouchon atomiseur de carburant (10, 10') sont régulièrement réparties sur toute la circonférence de la partie cylindrique (22). 15
5. Injecteur selon l'une des revendications 3 et 4, **caractérisé en ce que** les ailettes profilées (24) du bouchon atomiseur de carburant (10, 10') présentent une torsion angulaire selon une même direction. 20
6. Injecteur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la torsion angulaire des ailettes profilées (24) est de l'ordre de 45° par rapport à l'axe XX'. 25
7. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les orifices (18) de la conduite de gaz (16) débouchent dans la conduite de carburant (6) au niveau du bouchon atomiseur de carburant (10). 30
8. Injecteur selon la revendication 7, lorsqu'elle dépend de l'une quelconque des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** les orifices (18) de la conduite de gaz (16) débouchent entre deux ailettes (24) adjacentes du bouchon atomiseur de carburant (10). 35
9. Injecteur selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les orifices (18) de la conduite de gaz (16) s'ouvrent de façon tangentielle dans la conduite de gaz (16). 40
10. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les orifices (18) de la conduite de gaz (18) débouchent dans la conduite de carburant (6) en amont du bouchon atomiseur de carburant (10'). 45
11. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre 50

un dispositif de pilotage (28) du débit de gaz injecté dans la conduite de carburant (6).

12. Système d'injection aéromécanique (100, 200) d'un mélange air/carburant dans une chambre de combustion de turbomachine, **caractérisé en ce qu'il** comporte un injecteur de carburant (2, 2') selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 centré sur l'axe YY' du système d'injection et des moyens pour injecter de l'air en aval de l'injecteur de carburant. 55
13. Système (100) selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'il** comporte une vrille d'air interne (102) disposée en aval de l'injecteur (2, 2') et permettant d'injecter de l'air selon une direction radiale, une vrille d'air externe (104) disposée en aval de la vrille d'air interne (102) et permettant d'injecter de l'air selon une direction radiale, un venturi (106) interposé entre les vrilles d'air interne (102) et externe (104) et un bol (108) monté en aval de la vrille d'air externe (104). 60
14. Système (200) selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'il** comporte une vrille d'air interne (202) disposée en aval de l'injecteur (2, 2') et permettant d'injecter de l'air selon une direction radiale, une vrille d'air externe (204) disposée en aval de la vrille d'air interne (202) et permettant d'injecter de l'air selon une direction radiale, un premier venturi (206) interposé entre les vrilles d'air interne (202) et externe (204), un second venturi (208) disposé en aval de la vrille d'air externe (204) et un tube (210) de pré-mélange et/ou de pré-vaporisation disposé en aval du second venturi (208). 65
15. Chambre de combustion de turbomachine comprenant un injecteur de carburant (2, 2') selon l'une quelconque des revendications 1 à 11. 70
16. Turbomachine comprenant une chambre de combustion munie d'un injecteur de carburant (2, 2') selon l'une quelconque des revendications 1 à 11. 75

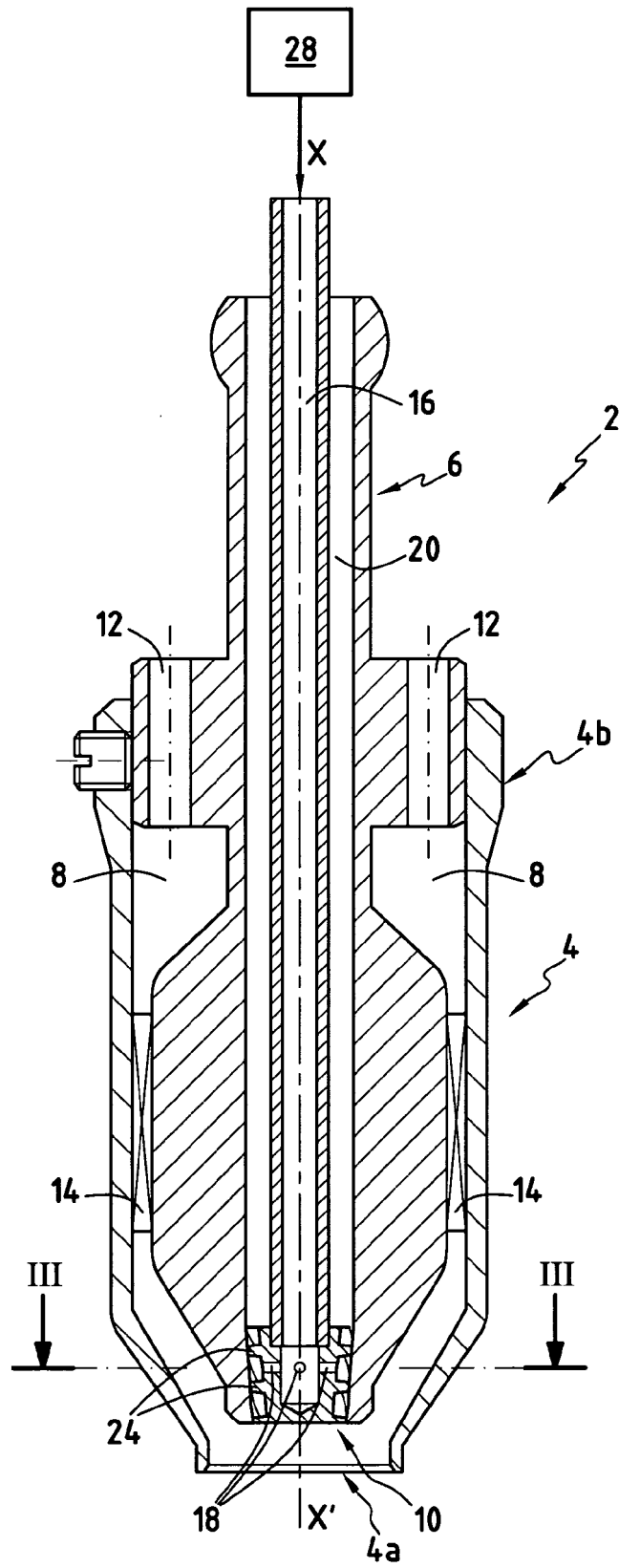
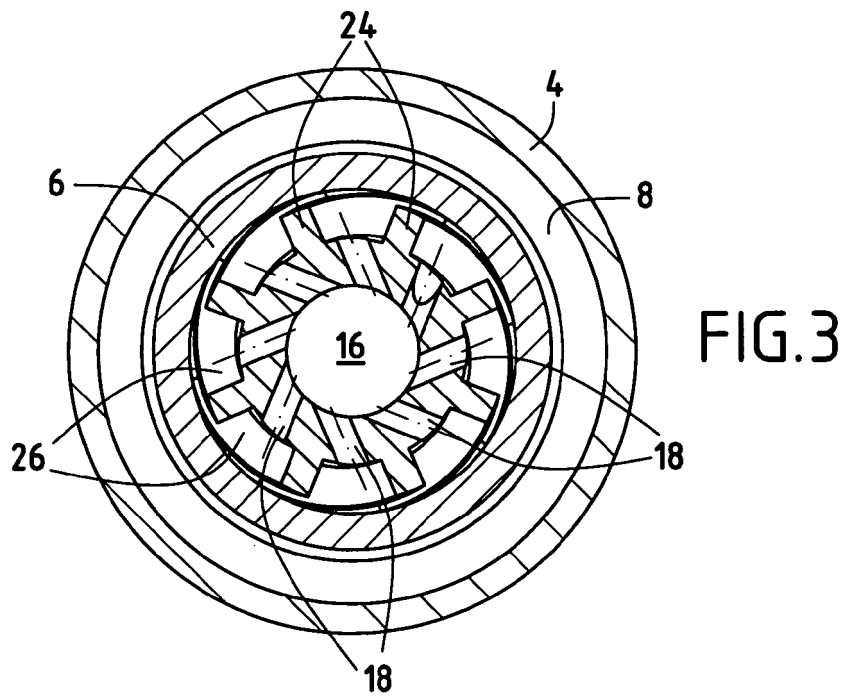
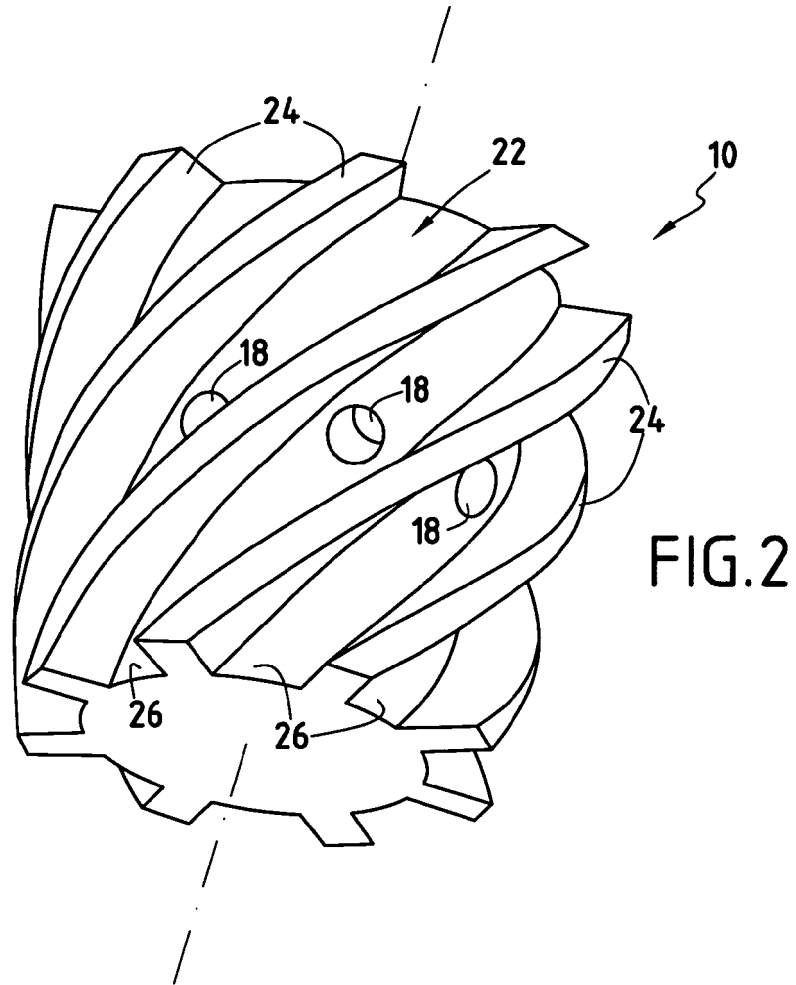
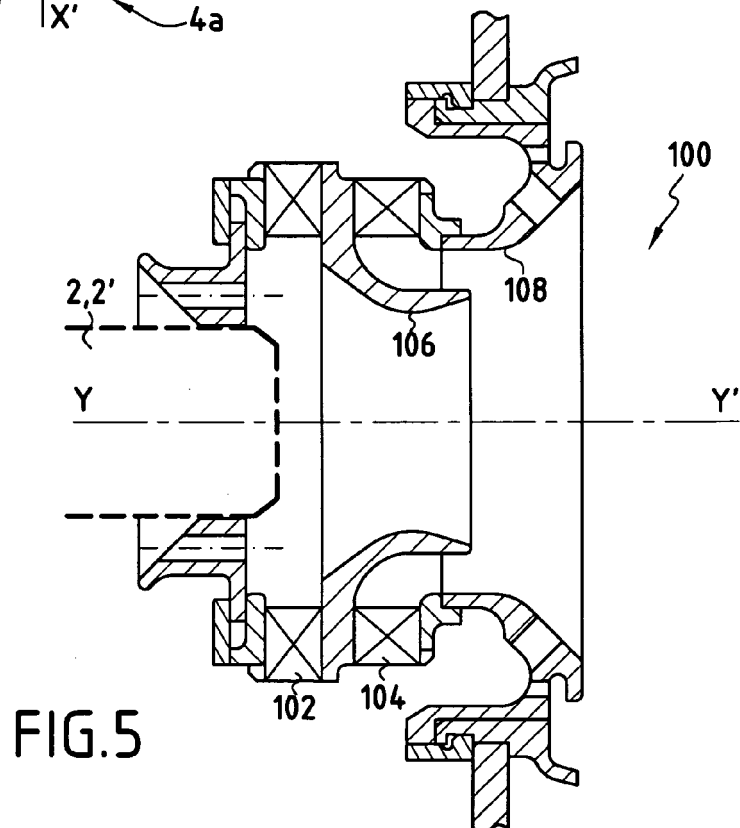
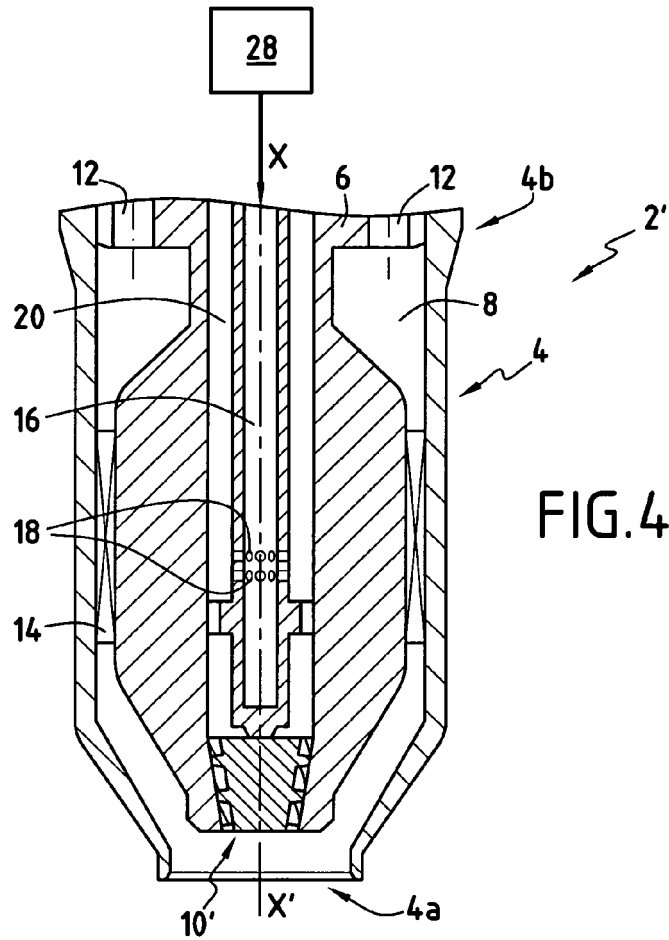


FIG.1





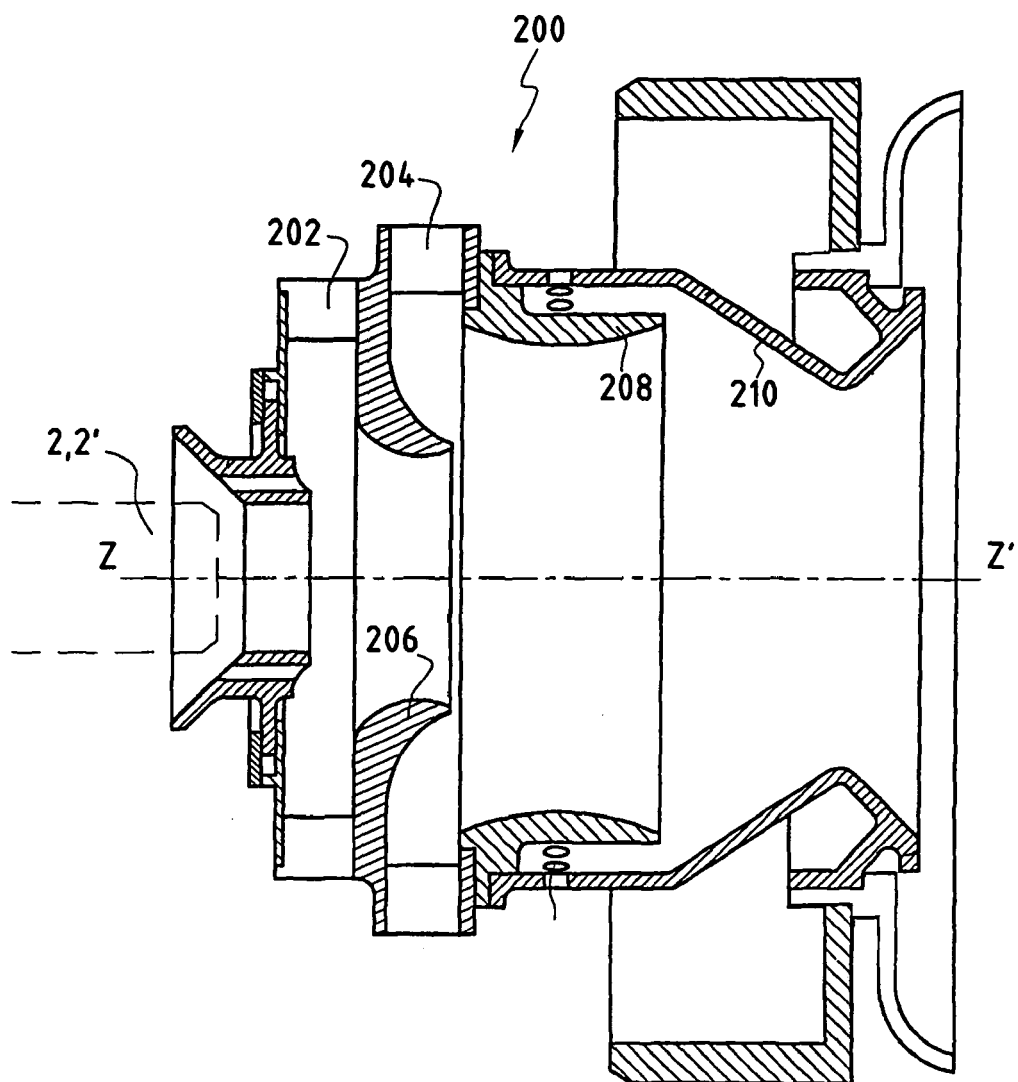


FIG.6



| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                                                                                                                                              | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                                  | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)                               |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                    | US 6 128 894 A (JOOS ET AL)<br>10 octobre 2000 (2000-10-10)                                                                                                                                                                                                  | 1,2,10,11,15,16                                                                                                                                                                                                                                                          | F23D11/10<br>F23D11/24                                       |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | * colonne 3, ligne 29 - ligne 59; figure 1 *                                                                                                                                                                                                                 | 3-6, 12-14                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>SOVANI S D ET AL: "Effervescent atomization"<br>PROGRESS IN ENERGY AND COMBUSTION SCIENCE,<br>ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM,<br>NL,<br>vol. 27, no. 4, 2001, pages 483-521,<br>XP004232485<br>ISSN: 0360-1285<br>* le document en entier * | 1                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>US 5 697 553 A (STOTTS ET AL)<br>16 décembre 1997 (1997-12-16)<br>* colonne 4, ligne 3 - ligne 23 *<br>* colonne 6, ligne 12 - ligne 44 *                                                                                                           | 3-6                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>US 5 592 819 A (ANSART ET AL)<br>14 janvier 1997 (1997-01-14)<br>* figures 13,14 *<br>* colonne 1, ligne 65 - colonne 2, ligne 11 *<br>* colonne 6, ligne 1 - ligne 14 *                                                                            | 12-14                                                                                                                                                                                                                                                                    | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)<br>F23R<br>F23D<br>F23K |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>DE 39 13 124 A1 (ASEA BROWN BOVERI AG,<br>BADEN, AARGAU, CH)<br>14 décembre 1989 (1989-12-14)<br>* colonne 3, ligne 3 - ligne 67 *                                                                                                                  | 1,2,7,12                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>FR 2 538 880 A (AIR LIQUIDE)<br>6 juillet 1984 (1984-07-06)<br>* page 3, ligne 2 - ligne 23; figure 1 *                                                                                                                                             | 1                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                              | -/--                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                              |
| 3 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              |
| Lieu de la recherche<br><b>La Haye</b>                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                              | Date d'achèvement de la recherche<br><b>20 décembre 2005</b>                                                                                                                                                                                                             | Examineur<br><b>Mougey, M</b>                                |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>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 |                                                                                                                                                                                                                                                              | 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>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                              |



| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                 | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                                  | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)       |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | US 3 608 831 A (HAROLD PLACE ET AL)<br>28 septembre 1971 (1971-09-28)<br>* le document en entier *              | 3-8                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | GB 1 272 757 A (LUCAS INDUSTRIES)<br>3 mai 1972 (1972-05-03)<br>* page 1, colonne 2, ligne 51 - ligne 68 *      | 9                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 26 45 754 A1 (CAMPOS,VIRGILIO ZURRICA)<br>13 avril 1978 (1978-04-13)<br>* le document en entier *            | 1                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | US 1 512 132 A (PFAHL FREDERICK G)<br>21 octobre 1924 (1924-10-21)<br>* page 2, ligne 12 - ligne 27; figure 1 * | 1                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      |
| Lieu de la recherche<br><b>La Haye</b>                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                 | Date d'achèvement de la recherche<br><b>20 décembre 2005</b>                                                                                                                                                                                                             | Examineur<br><b>Mougey, M</b>        |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>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 |                                                                                                                 | 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>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                      |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 05 29 1870

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

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

20-12-2005

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| US 6128894                                      | A  | 10-10-2000             | CN 1186928 A                            | 08-07-1998             |
|                                                 |    |                        | DE 19653059 A1                          | 25-06-1998             |
|                                                 |    |                        | EP 0849532 A2                           | 24-06-1998             |
|                                                 |    |                        | JP 10185109 A                           | 14-07-1998             |
| US 5697553                                      | A  | 16-12-1997             | AUCUN                                   |                        |
| US 5592819                                      | A  | 14-01-1997             | DE 69500969 D1                          | 11-12-1997             |
|                                                 |    |                        | DE 69500969 T2                          | 26-03-1998             |
|                                                 |    |                        | EP 0671590 A1                           | 13-09-1995             |
|                                                 |    |                        | FR 2717250 A1                           | 15-09-1995             |
|                                                 |    |                        | JP 3305909 B2                           | 24-07-2002             |
|                                                 |    |                        | JP 7260150 A                            | 13-10-1995             |
| DE 3913124                                      | A1 | 14-12-1989             | CH 670296 A5                            | 31-05-1989             |
| FR 2538880                                      | A  | 06-07-1984             | AUCUN                                   |                        |
| US 3608831                                      | A  | 28-09-1971             | DE 1936416 A1                           | 22-01-1970             |
|                                                 |    |                        | DE 1966554 A1                           | 08-03-1973             |
|                                                 |    |                        | DE 1966555 A1                           | 08-03-1973             |
|                                                 |    |                        | FR 2014640 A5                           | 17-04-1970             |
|                                                 |    |                        | GB 1275255 A                            | 24-05-1972             |
|                                                 |    |                        | JP 48025445 B                           | 28-07-1973             |
|                                                 |    |                        | SE 377709 B                             | 21-07-1975             |
|                                                 |    |                        | SE 377827 B                             | 28-07-1975             |
|                                                 |    |                        | SE 351892 B                             | 11-12-1972             |
| GB 1272757                                      | A  | 03-05-1972             | AUCUN                                   |                        |
| DE 2645754                                      | A1 | 13-04-1978             | AUCUN                                   |                        |
| US 1512132                                      | A  | 21-10-1924             | AUCUN                                   |                        |

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82