

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 915 528**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **07 02996**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 02 K 9/56 (2006.01), F 02 K 9/50, 9/52**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 25.04.07.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 31.10.08 Bulletin 08/44.

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) : **ASTRIUM SAS Société par actions simplifiée — FR.**

⑦2 Inventeur(s) : **LAINE ROBERT.**

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : **CABINET BONNETAT.**

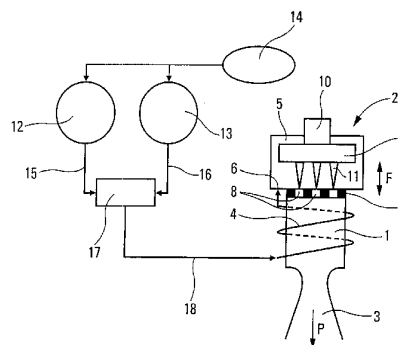
⑤4 **PROCEDE ET DISPOSITIF POUR ALIMENTER UN MOTEUR DE PROPULSION SPATIALE EN ERGOLS CRYOGENIQUES LIQUIDES.**

⑤7 Procédé et dispositif pour alimenter un moteur de propulsion spatiale en ergols cryogéniques liquides.

Selon l'invention:

■ en amont des moyens d'injection, on réalise le mélange à pression constante de l'ergol combustible et de l'ergol comburant; et

■ pour injecter ledit mélange d'ergols à pression constante dans la chambre de combustion (1), on choisit des moyens d'injection (7 à 11), permettant de faire varier le débit dudit mélange injecté.



FR 2 915 528 - A1



La présente invention concerne les moteurs de propulsion spatiale alimentés en ergols cryogéniques liquides.

Dans les moteurs connus de ce type, tels que par exemple les moteurs LOX-LH2 ou LOX-Kérosène utilisés actuellement sur les lanceurs, l'ergol comburant et l'ergol combustible sont injectés séparément dans la chambre de combustion desdits moteurs, le mélange desdits ergols s'effectuant dans cette dernière.

Du fait que, dans ces moteurs connus, il est difficile de provoquer des variations de pression relativement importantes dans les alimentations des ergols sans modifier le rapport de ceux-ci dans leur mélange, l'ajustement possible de la poussée par de telles variations de pression d'alimentation est relativement faible. En pratique, on ne peut guère obtenir qu'un ajustement de poussée de l'ordre de 10 à 20%.

La présente invention a pour objet de remédier à cet inconvénient.

A cette fin, selon l'invention, le procédé pour alimenter en ergols cryogéniques liquides la chambre de combustion d'un moteur de propulsion spatiale, par l'intermédiaire de moyens d'injection, est remarquable en ce que :

- en amont desdits moyens d'injection, on réalise le mélange à pression constante de l'ergol combustible et de l'ergol comburant ; et
- pour injecter ledit mélange d'ergols à pression constante dans ladite chambre de combustion, on choisit des moyens d'injection permettant de faire varier le débit dudit mélange injecté.

Ainsi, grâce à la présente invention, on peut largement faire varier la poussée du moteur en faisant varier le débit de mélange injecté, sans changer la pression d'alimentation desdits moyens d'injection en ergols.

Le mélange étant réalisé avant l'injection, le rapport ergol combustible/ergol comburant reste constant dans le mélange injecté quelle que soit la chute de pression du mélange à travers lesdits moyens d'injection et quel que soit le débit du mélange injecté par ces derniers. Bien entendu, comme on le verra ci-après, la géométrie variable desdits moyens d'injection est dimensionnée de façon à permettre d'assurer une chute de pression du mélange suffisante pour maintenir, sur une large plage de débit, une bonne stabilité de la combustion dudit mélange dans ladite chambre de combustion.

10 Avantageusement les ergols sont choisis pour présenter des températures et des pressions de liquéfaction proches. Par exemple, l'ergol combustible peut être du méthane liquide, alors que l'ergol comburant peut être de l'oxygène liquide.

15 Par sécurité, à la mise en fonctionnement dudit moteur, l'allumage du mélange d'ergols à l'intérieur de ladite chambre de combustion n'est effectué qu'après que ledit mélange a atteint une vitesse supersonique à la sortie des moyens d'injection.

20 Pour la mise en œuvre du procédé conforme à la présente invention, on peut utiliser un dispositif qui comporte un réservoir d'ergol combustible, un réservoir d'ergol comburant et des moyens de mise sous pression constante desdits réservoirs, et dans lequel :

- en amont des moyens d'injection sont prévus des moyens pour mélanger ledit ergol combustible et ledit ergol comburant à pression constante ; et
- 25 – lesdits moyens d'injection sont aptes à faire varier le débit dudit mélange à pression constante injecté.

Lesdits moyens d'injection peuvent comporter une pluralité de pointeaux, dont chacun d'eux coopère avec un orifice calibré. Ladite pluralité de pointeaux peuvent être portés par une première plaque, et la plu-

ralité correspondante des orifices calibrés peuvent être pratiqués dans une seconde plaque, des moyens étant prévus pour imprimer un mouvement relatif de rapprochement et d'éloignement entre lesdites première et seconde plaques.

5 Avantageusement, notamment dans le cas où les ergols présentent des températures et des pressions de liquéfaction proches, lesdits moyens de mise sous pression constante sont communs aux deux réservoirs d'ergols.

10 Dans le cas usuel où ledit moteur comporte un circuit de refroidissement autour de ladite chambre de combustion, il est avantageux que ledit mélange soit amené auxdits moyens d'injection par l'intermédiaire dudit circuit de refroidissement.

15 Les moyens de mélange des deux ergols assurent le brassage par turbulence de ces derniers. Ils peuvent être extérieurs audit moteur et, dans ce cas, il est avantageux qu'ils soient reliés thermiquement à une source de chaleur, par exemple la chambre de combustion, permettant d'assurer que la température du mélange est telle que, à la pression d'alimentation des moyens d'injection, aucun desdits ergols ne passe en phase solide à la sortie desdits moyens de mélange. Aussi, selon une variante de réalisation préférée, ledit circuit de refroidissement de la chambre
20 de combustion forme lui-même lesdits moyens de mélange.

25 Eventuellement, on peut prévoir une pompe pour augmenter la pression d'alimentation des moyens d'injection en ergols, à la condition d'assurer que le mélange d'ergols reste à une température assurant qu'il ne peut y avoir de phase solide dans les canalisations.

 Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est une vue partielle schématique d'un moteur de propulsion spatiale et de son dispositif d'alimentation en ergols cryogéniques liquides permettant d'illustrer la présente invention.

La figure 2 illustre, en vue semblable à la figure 1, une variante de réalisation des moyens de mélange des ergols.

La figure 3 est une vue partielle schématique des moyens d'injection du mélange d'ergols, conformément à la présente invention.

Sur les figures 1 et 2, on a représenté schématiquement et partiellement un moteur de propulsion spatiale par sa chambre de combustion 1, pourvue de moyens d'injection d'ergols 2 et d'une tuyère d'évacuation des gaz 3, et refroidie par un circuit de refroidissement périphérique 4.

Les moyens d'injection d'ergols 2 comprennent une enceinte 5, dans laquelle débouche en 6 ledit circuit de refroidissement périphérique 4. L'enceinte 5 est en communication avec la chambre de combustion 1 par l'intermédiaire d'une plaque 7 pourvue d'une pluralité d'orifices calibrés traversants 8, par exemple répartis en cercles concentriques ou en lignes et en colonnes (voir également la figure 3). De plus, l'enceinte 5 contient une plaque 9 au moins sensiblement parallèle à la plaque 7 et pouvant être rapprochée et éloignée de cette dernière (comme cela est symbolisé par la double flèche F) grâce à un actionneur 10, par exemple un vérin. Sur sa face dirigée vers la plaque 7, la plaque 9 porte une pluralité de pointeaux 11, disposés en correspondance avec lesdits orifices calibrés 8, de façon que chaque pointeau 11 puisse coopérer avec un orifice calibré 8 pour définir la section de passage de ce dernier. Bien entendu, cette section de passage est variable sous la commande de l'actionneur 10.

De plus, sur les figures 1 et 2, on a représenté un réservoir 12 d'ergol comburant (par exemple de l'oxygène liquide), un réservoir 13 d'ergol combustible (par exemple du méthane liquide), ainsi qu'un réservoir

voir 14 contenant un gaz neutre permettant de pressuriser, en commun et à pression constante, ledit ergol comburant et ledit ergol combustible.

Dans le système montré par la figure 1, les sorties 15 et 16 des réservoirs 12 et 13 sont réunies à un mélangeur 17 extérieur au moteur 1, 2, 3 et apte à former le mélange desdits ergols et à adresser ledit mélange au circuit de refroidissement 4 par sa sortie 18.

Le système montré par la figure 2 ne comporte pas de mélangeur 17. Au contraire, les sorties 15 et 16 des réservoirs 12 et 13 sont individuellement reliées au circuit de refroidissement 4 par l'intermédiaire d'orifices calibrés, respectivement 19 et 20. Dans ce cas, le mélange d'ergols s'effectue donc dans le circuit de refroidissement 4.

Dans les deux cas, après avoir refroidi la chambre de combustible 1, le mélange d'ergols pénètre à pression constante dans l'enceinte 5 et est injecté avec débit variable dans ladite chambre de combustion 1 par les moyens d'injection 7 à 11.

A la lumière des explications ci-dessus en regard des figures 1 à 3, on comprendra aisément que la poussée P du moteur conforme à la présente invention peut être réglée par ajustement du débit du mélange d'ergols par les moyens d'injection 7 à 11, la pression d'alimentation de ces derniers par ledit mélange restant constante.

Pour initier la combustion du mélange d'ergols dans la chambre 2 (alors que la vitesse dudit mélange au niveau des moyens d'injection est supersonique), on prévoit un allumeur (non représenté) par exemple au centre ou à la périphérie de la plaque 7.

Par ailleurs, pour assurer la pulvérisation du mélange et la stabilité de la combustion à plein régime, chaque trou calibré 8 de la plaque 7 présente un rapport longueur E sur diamètre ϕ suffisamment élevé.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour alimenter en ergols cryogéniques liquides la chambre de combustion (1) d'un moteur de propulsion spatiale, par l'intermédiaire de moyens d'injection,

5 caractérisé en ce que :

– en amont desdits moyens d'injection, on réalise le mélange à pression constante de l'ergol combustible et de l'ergol comburant ; et

– pour injecter ledit mélange d'ergols à pression constante dans ladite chambre de combustion (1), on choisit des moyens d'injection (7 à 11),
10 permettant de faire varier le débit dudit mélange injecté.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits ergols présentent des températures et des pressions de liquéfaction proches.

3. Procédé selon la revendication 2,
15 caractérisé en ce que l'ergol combustible est du méthane liquide et l'ergol comburant est de l'oxygène liquide.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, à la mise en fonctionnement dudit moteur, l'allumage dudit mélange à l'intérieur de la chambre de combustion (1)
20 n'est effectué qu'après que ledit mélange a atteint la vitesse sonique à la sortie de ladite chambre de combustion.

5. Dispositif pour alimenter en ergols cryogéniques liquides un moteur de propulsion spatiale pourvu d'une chambre de combustion (1) dans laquelle lesdits ergols sont injectés par l'intermédiaire de moyens
25 d'injection, ledit dispositif comportant un réservoir d'ergol combustible (13), un réservoir d'ergol comburant (12) et des moyens (14) de mise sous pression constante desdits réservoirs (12, 13), caractérisé en ce que :

- en amont desdits moyens d'injection sont prévus des moyens (17, 19, 20) pour mélanger ledit ergol combustible et ledit ergol comburant à pression constante ; et
- lesdits moyens d'injection (7 à 11) sont aptes à faire varier le débit du-
5 dit mélange à pression constante injecté.

6. Dispositif selon la revendication 5,
caractérisé en ce que lesdits moyens d'injection comportent une pluralité
de pointeaux (11), dont chacun d'eux coopère avec un orifice calibré (8).

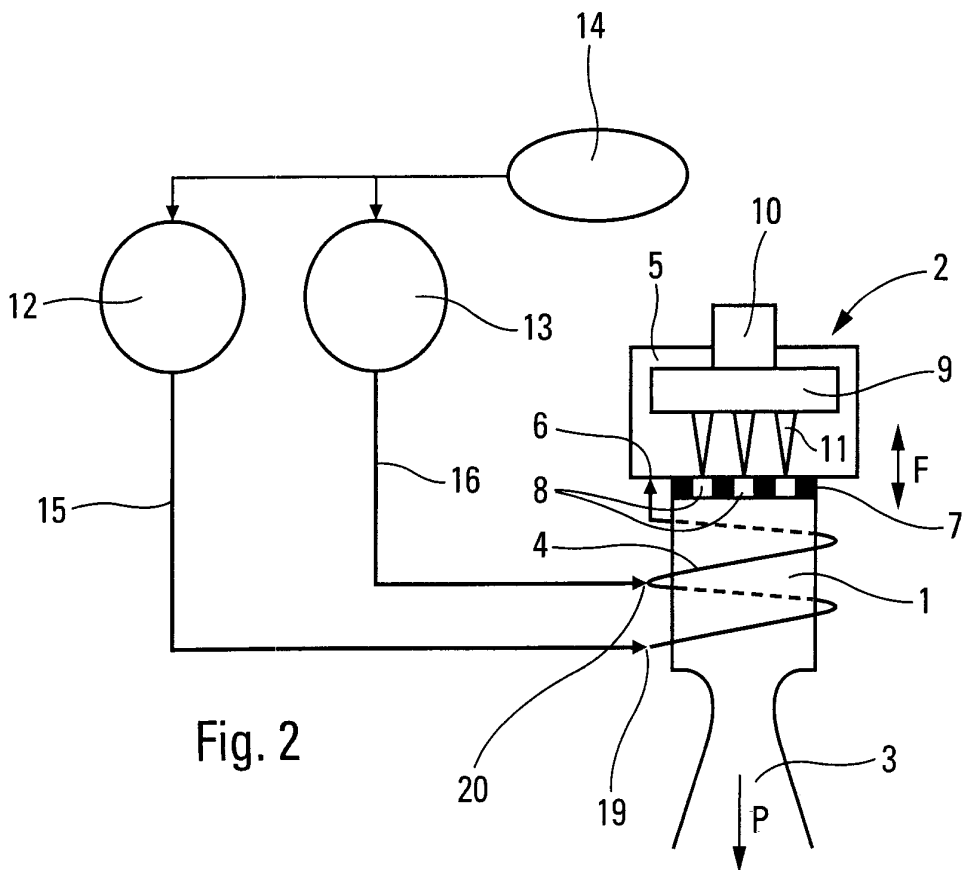
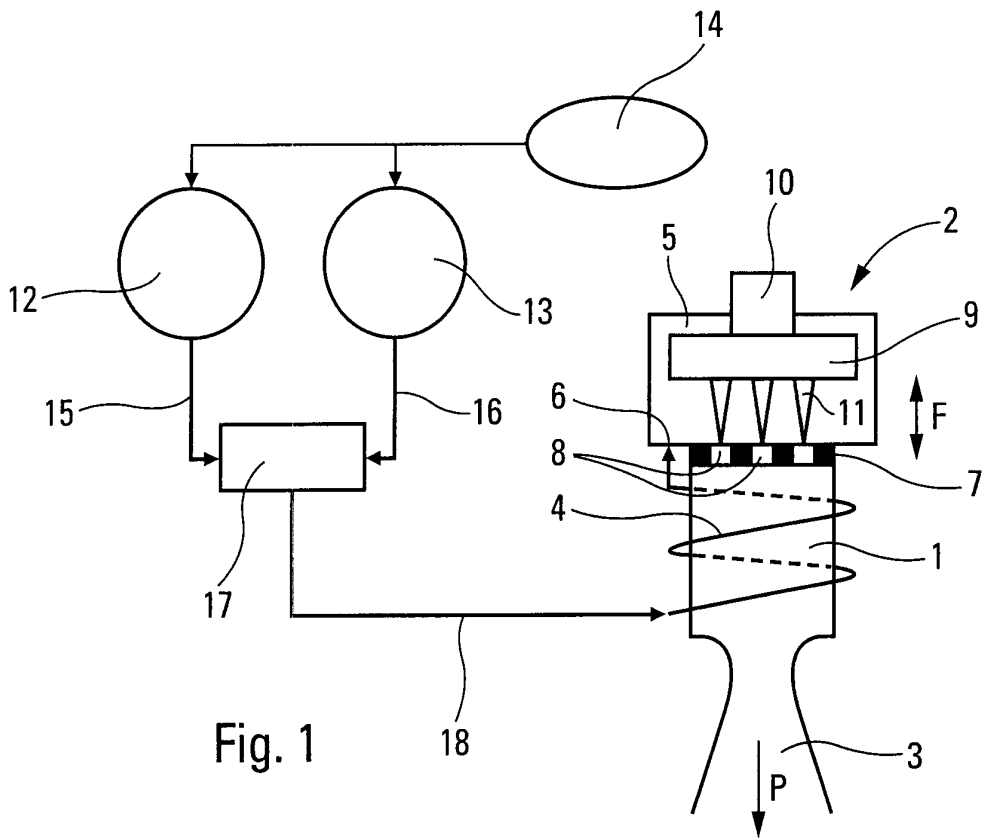
7. Dispositif selon la revendication 6,
10 caractérisé en ce que la pluralité de pointeaux (11) sont portés par une
première plaque (9), en ce que la pluralité des orifices calibrés (8) sont
pratiqués dans une seconde plaque (7) et en ce que des moyens (10) sont
prévus pour imprimer un mouvement relatif de rapprochement et
d'éloignement (F) entre lesdites première et seconde plaques (9, 7).

15 8. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 7, pour un moteur
comportant un circuit de refroidissement (4) autour de ladite chambre de
combustion (1),
caractérisé en ce que ledit mélange d'ergols est amené auxdits moyens
d'injection (7 à 11) par l'intermédiaire dudit circuit de refroidissement (4).

20 9. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 8,
caractérisé en ce que lesdits moyens (17) de mélange des ergols sont ex-
térieurs audit moteur.

10. Dispositif selon la revendication 8,
caractérisé en ce que ledit circuit de refroidissement (4) forme lesdits
25 moyens de mélange.

1/2



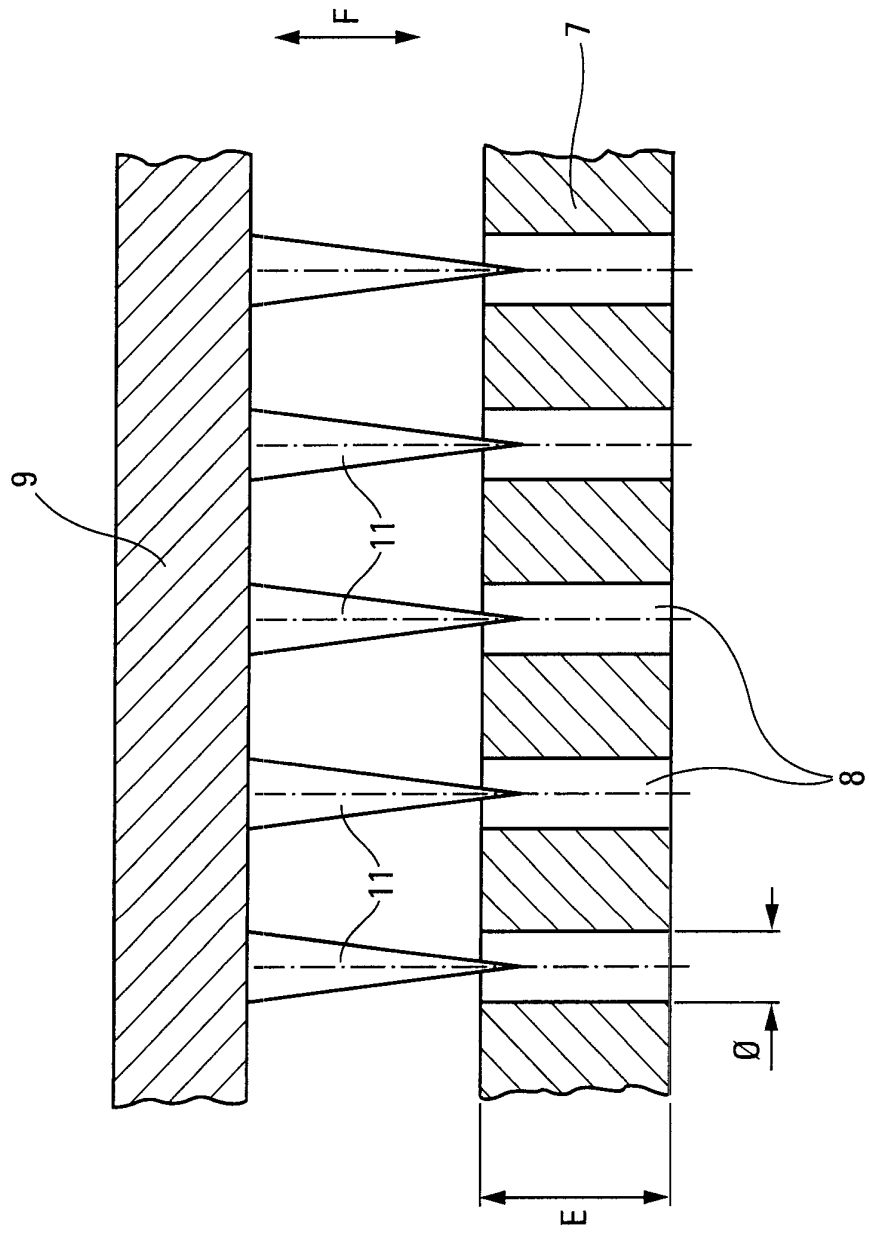


Fig. 3

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 695764
FR 0702996

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	US 2 810 259 A (BURDETT JR HARRY W) 22 octobre 1957 (1957-10-22) * abrégé *	1-3,5	F02K9/56 F02K9/50 F02K9/52
Y	* colonne 1, ligne 14-22 * * colonne 2, ligne 8-31,50-70 * * colonne 3, ligne 1-39.68-70 * * colonne 4, ligne 10-14,29-40 * * figures *	6-9	
Y	----- US 2002/056762 A1 (KRETSCHMER JOACHIM [DE]) 16 mai 2002 (2002-05-16) * abrégé * * figures *	8,9	
Y	----- US 4 726 184 A (RUSSELL LARRY H [US]) 23 février 1988 (1988-02-23) * abrégé * * colonne 2, ligne 1-57 * * colonne 3, ligne 65-68 * * colonne 4, ligne 23-41 * * revendication 1 * * figures *	6,7	
A	----- US 2 995 008 A (FOX HOMER M) 8 août 1961 (1961-08-08) * colonne 3, ligne 3 - colonne 6, ligne 11 * * figures *	1-10	
A	----- US 3 232 049 A (RHODES JOHN W) 1 février 1966 (1966-02-01) * abrégé * * figures *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02K
		----- -/--	
		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
		31 janvier 2008	Rini, Pietro
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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 & : membre de la même famille, document correspondant	
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			



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 695764
FR 0702996

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		
A	US 5 941 062 A (KOPPEL CHRISTOPHE [FR] ET AL) 24 août 1999 (1999-08-24) * abrégé * * colonne 2, ligne 10-40 * * colonne 6, ligne 41-65 * * colonne 7, ligne 22-60 * * colonne 9, ligne 1-19 * * figures * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	US 4 722 185 A (CAMPBELL RICHARD G [US]) 2 février 1988 (1988-02-02) * abrégé * * figures * -----	1-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 janvier 2008		Rini, Pietro	
<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 & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

4
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0702996 FA 695764**

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 31-01-2008

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
US 2810259	A	22-10-1957	AUCUN	
US 2002056762	A1	16-05-2002	AUCUN	
US 4726184	A	23-02-1988	AUCUN	
US 2995008	A	08-08-1961	AUCUN	
US 3232049	A	01-02-1966	AUCUN	
US 5941062	A	24-08-1999	AUCUN	
US 4722185	A	02-02-1988	AUCUN	