

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 960 261

②1 N° d'enregistrement national : 10 02122

⑤1 Int Cl⁸ : F 02 D 19/08 (2006.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 20.05.10.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 25.11.11 Bulletin 11/47.

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) : IFP Etablissement public à caractère
industriel et commercial — FR.

⑦2 Inventeur(s) : TERNEL CYPRIEN, PAGOT ALEXAN-
DRE et MÉNDEZ SYLVAIN.

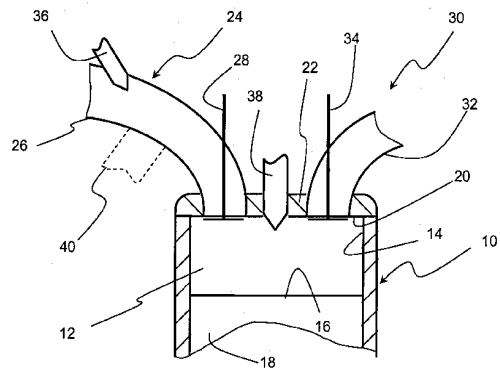
⑦3 Titulaire(s) : IFP Etablissement public à caractère
industriel et commercial.

⑦4 Mandataire(s) : IFP ENERGIES NOUVELLES.

⑤4 PROCÉDE DE CONTRÔLE DE LA COMBUSTION D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE
BICARBURATION, NOTAMMENT POUR VEHICULE AUTOMOBILE.

⑤7 La présente invention concerne un procédé de contr-
le de la combustion d'un moteur à combustion interne fonc-
tionnant en bicarburation selon quatre phases et
comprenant une chambre de combustion (12) dans laquelle
se réalise la combustion d'un mélange carburé, des moyens
d'admission (24), des moyens d'injection d'un premier car-
burant (36) et des moyens d'injection d'un deuxième car-
burant (38).

Selon l'invention, le procédé consiste, pendant la phase
d'admission du moteur, à réaliser un mélange carburé ho-
mogène avec des gaz d'échappement recirculés, de l'air et
un premier carburant dans la chambre de combustion du
moteur, le taux de gaz d'échappement recirculés étant com-
pris entre 25 à 40% ; à injecter, pendant la phase de
compression de ce moteur, un deuxième carburant dans le
mélange carburé homogène avec un rapport entre le pre-
mier et le deuxième carburant compris entre 80 et 95% pour
y réaliser un mélange carburé partiel stratifié, de manière à
obtenir, après la phase de compression, la combustion en
trois étapes avec flamme de diffusion du mélange stratifié
partiel, puis par propagation de flamme suivie d'un auto-al-
lumage.



FR 2 960 261 - A1



La présente invention se rapporte à un procédé de contrôle de la combustion d'un moteur à combustion interne, notamment pour véhicule automobile.

Elle concerne plus particulièrement un tel moteur fonctionnant en
5 bicarburation.

Comme cela est largement connu, le fonctionnement en bicarburation d'un tel moteur est issu des deux grandes familles de moteurs à combustion interne.

10 Une de ces familles est le moteur à allumage commandé fonctionnant avec un carburant permettant d'obtenir un mélange carburé homogène à la stœchiométrie, comme de l'essence, un gaz naturel ou de l'éthanol. Ce type de carburant a généralement un indice d'octane élevé, ce qui est peu propice à l'auto-inflammation. Ceci permet donc de réaliser une combustion du mélange
15 par propagation de flamme.

Ce type de combustion a cependant pour avantage de minimiser le rejet d'émissions de polluants, tels que les oxydes d'azote (NOx), grâce à l'action de moyens de dépollution de gaz d'échappement, comme un catalyseur trois
20 voies.

L'autre de ces familles concerne le moteur qui fonctionne avec une combustion du mélange avec flamme de diffusion en utilisant un carburant de type diesel ou biodiesel. Ce carburant a un indice de cétane élevé qui est favorable à l'auto-inflammation.

25 Ce type de moteur a pour intérêt de limiter la consommation de carburant mais son fonctionnement avec un mélange carburé pauvre empêche le post traitement des NOx par le catalyseur trois voies.

Un moteur fonctionnant en bicarburation a pour inconvénient majeur de ne
30 pas pouvoir contrôler de façon précise le déroulement de la combustion.

Ceci débouche sur des disparités de dégagements d'énergie qui peuvent entraîner des dégradations au niveau de ce moteur suite à des combustions

violentes ainsi que des désagréments pour le confort de conduite, notamment par des bruits de combustion.

De plus, compte tenu du mélange des deux carburants, il peut être difficile
5 de maintenir le fonctionnement du moteur avec une richesse à la stœchiométrie. Cela perturbe l'efficacité du catalyseur trois voies, qui doit fonctionner à la stœchiométrie, en rejetant ainsi dans l'atmosphère des polluants non traités.

10 La présente invention se propose de remédier aux inconvénients ci-dessus grâce à un procédé de contrôle de la combustion simple qui utilise les carburants conventionnels.

A cet effet, la présente invention concerne un procédé de contrôle de la
15 combustion d'un moteur à combustion interne fonctionnant en bicarburation selon quatre temps et comprenant une chambre de combustion dans laquelle se réalise la combustion d'un mélange carburé, des moyens d'admission avec au moins une tubulure d'admission associée à une soupape d'admission, des moyens d'échappement avec au moins une tubulure et une soupape
20 d'échappement, des moyens d'injection d'un premier carburant et des moyens d'injection d'un deuxième carburant, caractérisé en ce qu'il consiste

- pendant la phase d'admission du moteur, à réaliser un mélange carburé homogène avec des gaz d'échappement recirculés, de l'air et un premier carburant dans la chambre de combustion du moteur, le taux de gaz
25 d'échappement recirculés étant compris entre 15 à 50%,

- à injecter, pendant la phase de compression de ce moteur, un deuxième carburant dans le mélange carburé homogène avec un rapport en masse entre le premier et le deuxième carburant compris entre 50 et 95% pour y réaliser un mélange carburé partiel stratifié,

30 de manière à obtenir la combustion du mélange carburé en trois étapes successives avec flamme de diffusion du mélange stratifié partiel puis la combustion par propagation de flamme suivie d'une combustion par auto-allumage du mélange carburé homogène.

Le procédé peut consister à réaliser le mélange carburé homogène dans la tubulure d'admission avant son admission dans la chambre de combustion.

5 Le procédé peut consister à injecter le deuxième carburant à un angle de vilebrequin compris entre 30 et 40° avant la fin de la phase de compression du moteur.

10 Le procédé peut consister à utiliser un moteur avec un rapport volumétrique compris entre 12 et 15.

Le procédé peut consister à utiliser de l'essence en tant que premier carburant.

15 Le procédé peut consister à utiliser du diesel en tant que deuxième carburant.

20 Les autres caractéristiques et avantages de l'invention vont apparaître à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre uniquement illustratif et non limitatif, et à laquelle sont annexés :

- la figure 1 qui montre un moteur à combustion interne avec bicarburation utilisant le procédé selon l'invention et

- la figure 2 qui est un graphique avec la courbe de dégagement d'énergie en fonction de l'angle de vilebrequin obtenue avec le procédé selon l'invention.

25

Sur la figure 1, le moteur à combustion interne illustré est un moteur à combustion interne fonctionnant avec deux carburants de type différent (ou bicarburation) et selon un mode à quatre temps (ou quatre phases) avec une phase d'admission, de compression, de détente et d'échappement.

30

Pour la facilité de la description, le premier carburant est de l'essence (de type RON 95) permettant d'obtenir un mélange carburé homogène voisin de la

stœchiométrie alors que le deuxième carburant est du diesel avec un indice de cétane compatible avec une auto-inflammation pour obtenir une combustion avec flamme de pré-mélange et de diffusion. L'association de ces deux carburants permet ainsi d'obtenir un mélange carburé global qui est à la

5 stœchiométrie.

Bien entendu toute autre association de deux carburants peut être envisagée, comme du gaz naturel avec du diesel à titre d'exemple.

10 Ce moteur comprend au moins un cylindre 10 comportant une chambre de combustion 12 dans laquelle se produit la combustion d'un mélange carburé.

Cette chambre de combustion est délimitée par la paroi périphérique 14 du cylindre, la face supérieure 16 du piston 18 coulissant dans ce cylindre et la partie 20 d'une culasse 22 en regard du piston.

15 Cette culasse porte également un moyen d'admission 24 qui comprend au moins une tubulure d'admission 26 contrôlée par un moyen d'obturation, tel qu'une soupape d'admission 28.

La culasse porte également un moyen d'échappement 30 des gaz brûlés comprenant au moins une tubulure d'échappement 32 associée à un moyen

20 d'obturation, comme une soupape d'échappement 34.

Ces moyens d'échappement 30 sont reliés à une ligne d'échappement (non représentée) qui comporte des moyens de dépollution des gaz d'échappement (non représentés), comme un catalyseur trois voies, pour le traitement notamment des NOx.

25 Des moyens d'injection 36 du premier carburant de type essence, sous forme d'un injecteur mono ou multi orifices, sont placés sur la tubulure d'admission de manière à injecter le carburant dans cette tubulure pour y réaliser un mélange carburé.

Des moyens d'injection 38 du deuxième carburant de type diesel, ici

30 également sous la forme d'un injecteur mono ou multi orifices, sont situés sur la culasse 22 pour injecter directement ce carburant à l'intérieur de la chambre de combustion 12.

Bien entendu, ce moteur comprend également une unité de calcul (non représentée), dite calculateur-moteur, qui contient des cartographies ou des tables de données permettant de contrôler les différents paramètres liés au fonctionnement du moteur, comme les paramètres d'injection des carburants, de réintroduction de gaz brûlés recirculés, ...

Ainsi, durant le fonctionnement de ce moteur, un mélange carburé homogène à base d'essence est conventionnellement admis dans la chambre de combustion 12 pendant sa phase d'admission durant laquelle le piston se déplace entre son point mort haut et son point mort bas. Pour cela, l'injecteur du premier carburant 36 est opérationnel en introduisant du carburant dans la tubulure d'admission 26. Ce carburant se mélange avec le fluide présent dans la tubulure pour réaliser un mélange carburé légèrement inférieur à la richesse 1.

Par fluide, il est entendu de l'air extérieur (à pression ambiante ou suralimenté) ou un mélange d'air (ou d'air suralimenté) et de gaz d'échappement recirculés (en abréviation EGR pour Exhaust Gas Recirculation). A titre d'exemple, ces gaz d'échappement recirculés peuvent provenir d'un circuit EGR (non représenté) qui débute au moyen d'échappement 30 pour aboutir au moyen d'admission 24 et plus particulièrement sur la tubulure d'admission 26, comme cela est illustré par la conduite EGR 40 en pointillés.

Ce mélange est ensuite introduit dans la chambre de combustion, lors de l'ouverture de la soupape d'admission 28, durant toute la phase d'admission en occupant tout le volume de la chambre de combustion sous la forme d'un mélange carburé homogène d'air, de carburant et d'EGR.

Dans la configuration connue où les gaz d'échappement recirculés sont des gaz brûlés résiduels de la chambre de combustion, dit EGR interne, le circuit EGR avec sa conduite 40 est inexistant. Par cela, le mélange carburé réalisé dans la tubulure d'admission est un mélange d'air et de carburant essence. Ce mélange est ensuite admis dans la chambre de combustion à l'intérieur de laquelle il se mélange avec les gaz brûlés résiduels de façon à

obtenir en fin de phase d'admission un mélange d'air (ou d'air suralimenté), de carburant essence et d'EGR.

5 A la fin de cette phase d'admission, l'injecteur d'essence 36 est arrêté et la soupape d'admission 28 est commandée en position de fermeture.

Dans les deux cas de mélange carburé mentionné ci-dessus, le taux de gaz recirculés est compris entre 15 à 50% de la masse totale d'air contenue dans la chambre de combustion.

10

A la suite de cette phase d'admission, le moteur suit une phase de compression avec un déplacement du piston 18 de son point mort bas vers son point mort haut.

15 Durant ce déplacement, le mélange carburé à base d'essence précédemment défini est comprimé. Dans ce cas, le moteur utilisé est un moteur avec un rapport volumétrique compris entre 12 et 15.

20 Avant que le piston n'atteigne sa position de point mort haut (PMH de la figure 2) et ce à un angle de vilebrequin compris entre 30 et 40° avant ce PMH, l'injecteur du deuxième carburant diesel 38 est actionné. Ce deuxième carburant est introduit dans le mélange carburé homogène comprimé contenu dans la chambre de combustion de manière à réaliser un mélange stratifié partiel qui est localisé autour de cet injecteur.

25

Ce carburant est admis dans la chambre avec une quantité telle que le rapport entre la quantité d'essence et la quantité en diesel (en masse) est compris entre 50 et 95%.

30 Une fois que le deuxième carburant diesel est injecté, le mélange carburé (avec deux carburants) présent dans la chambre de combustion est à richesse global de 1

Sous l'effet conjugué de la chaleur dégagée par le mélange carburé comprimé et les radicaux du diesel, le mélange carburé stratifié s'auto-enflamme après le PMH durant une portion de la phase de détente du moteur avec un dégagement d'énergie, comme illustré par la portion de courbe Cd de la figure 2. Le taux d'EGR associé au taux de compression du moteur permet de contrôler le déclenchement de cette auto-inflammation.

Suite à cette combustion avec flamme de pré-mélange et de diffusion, le dégagement de chaleur permet de démarrer la combustion du mélange carburé via une flamme de propagation avec un dégagement d'énergie comme illustré par la portion de courbe Ce de la figure 2.

Par cela, le mélange carburé de type essence est allumé en plusieurs points de la chambre de combustion et plusieurs flammes se propagent simultanément dans cette chambre.

Suite à cette combustion en plusieurs points, l'augmentation de la température et de la pression dans la chambre de combustion va déclencher un auto-allumage avec un fort dégagement d'énergie (courbe CAI de la figure 2) du mélange carburé qui n'a pas encore brûlé et qui est essentiellement situé près de la paroi du cylindre.

Ceci permet de réaliser un processus de combustion en trois étapes qui procure un moteur avec un fort rendement qui fonctionne à la stœchiométrie favorisant ainsi le post-traitement des NOx par le catalyseur trois voies.

De plus, ce processus permet d'avoir de très bons résultats en terme de consommation de carburant, de réduction de bruit de combustion ainsi que de réduction de risque d'apparition du cliquetis.

Grâce à l'invention, on peut limiter l'émission de suies par l'emploi de faible quantité du deuxième carburant diesel au profit de grandes quantités de premier carburant essence.

On obtient également un accroissement de la vitesse de combustion grâce aux multiples points de combustion du mélange carburé homogène.

On peut aussi maintenir une propagation de flamme dans le mélange carburé à base d'essence malgré la présence d'un taux d'EGR élevé.

- 5 La présente invention n'est pas limitée à l'exemple décrit mais englobe toutes variantes et tous équivalents.

REVENDEICATIONS

1) Procédé de contrôle de la combustion d'un moteur à combustion interne
5 fonctionnant en bicarburation selon quatre temps et comprenant une chambre
de combustion (12) dans laquelle se réalise la combustion d'un mélange
carburé, des moyens d'admission (24) avec au moins une tubulure d'admission
(26) associée à une soupape d'admission (28), des moyens d'échappement
(30) avec au moins une tubulure (32) et une soupape d'échappement (34), des
10 moyens d'injection d'un premier carburant (36) et des moyens d'injection d'un
deuxième carburant (38), caractérisé en ce qu'il consiste

- pendant la phase d'admission du moteur, à réaliser un mélange carburé
homogène avec des gaz d'échappement recirculés, de l'air et un premier
carburant dans la chambre de combustion du moteur, le taux de gaz
15 d'échappement recirculés étant compris entre 15 à 50%,
- à injecter, pendant la phase de compression de ce moteur, un deuxième
carburant dans le mélange carburé homogène avec un rapport en masse entre
le premier et le deuxième carburant compris entre 50 et 95% pour y réaliser un
mélange carburé partiel stratifié,

20 de manière à obtenir la combustion du mélange carburé en trois étapes
successives avec flamme de diffusion du mélange stratifié partiel puis la
combustion par propagation de flamme suivie d'une combustion par auto-
allumage du mélange carburé homogène.

25 2) Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il
consiste à réaliser le mélange carburé homogène dans la tubulure d'admission
(26) avant son admission dans la chambre de combustion.

30 3) Procédé de contrôle selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce
qu'il consiste à injecter le deuxième carburant à un angle de vilebrequin compris
entre 30 et 40° avant la fin de la phase de compression du moteur.

4) Procédé de contrôle selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser un moteur avec un rapport volumétrique compris entre 12 et 15.

5) Procédé de contrôle selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser de l'essence en tant que premier carburant.

6) Procédé de contrôle selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser du diesel en tant que deuxième carburant.

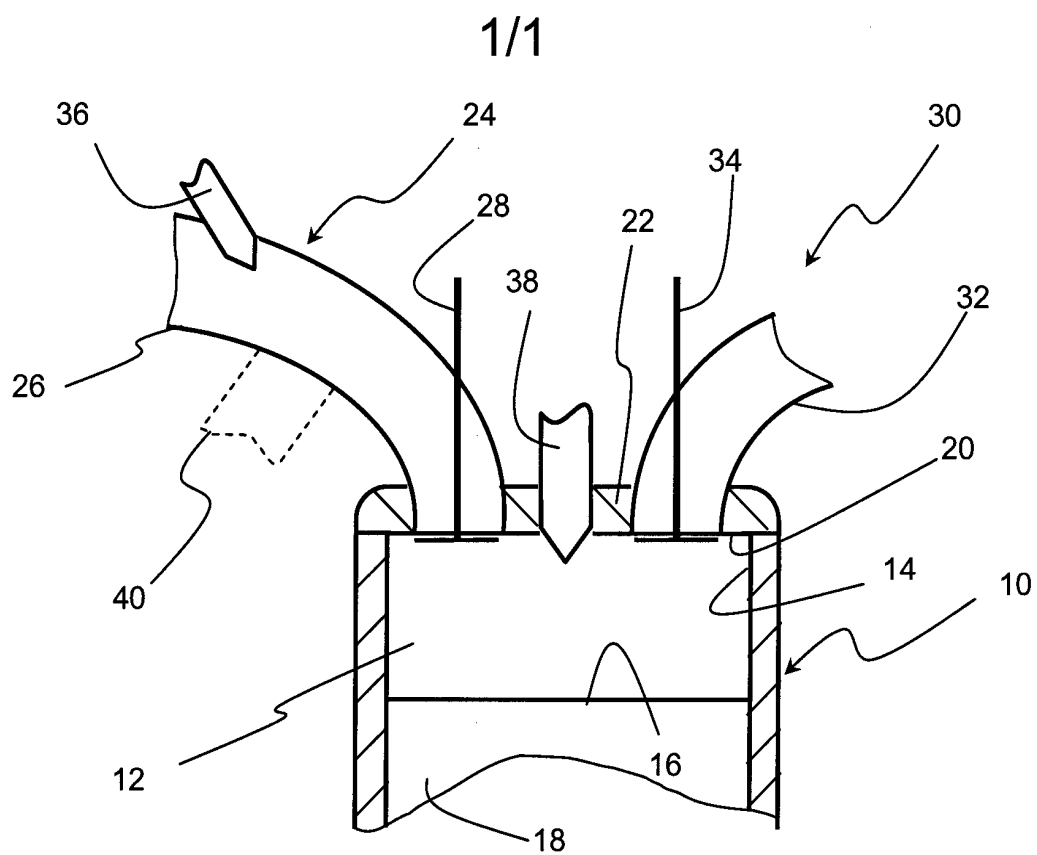


Figure 1

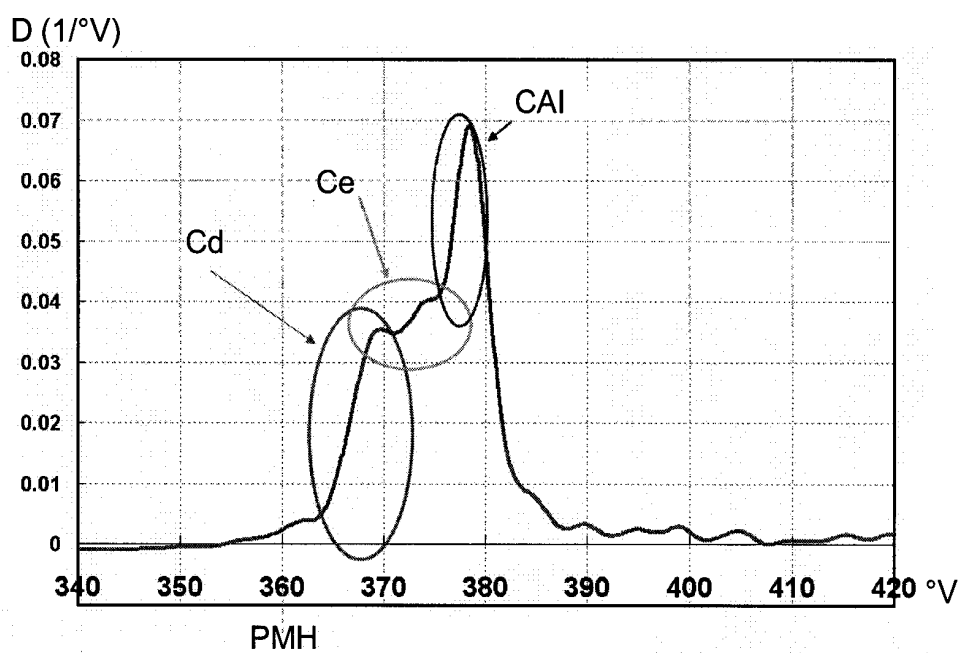


Figure 2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 736759
FR 1002122

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	WO 01/86128 A2 (CUMMINS, INC.) 15 novembre 2001 (2001-11-15) * abrégé; figures * * page 5, alinéa 10 - page 8, alinéa 18 * * page 10, alinéa 28 - page 12, alinéa 31 * * * page 14, alinéa 38 - page 35, alinéa 74 * *	1-6	F02D19/08
X	----- US 2006/180121 A1 (WICKMAN DAVID D; HERGART CARL-ANDERS) 17 août 2006 (2006-08-17) * abrégé; figures * * page 2, alinéa 9 - alinéa 12 * * page 3, alinéa 20 - page 4, alinéa 30 *	1-6	
X	----- DE 10 2005 028554 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 4 janvier 2007 (2007-01-04) * abrégé; figure * * page 2, alinéa 10 - page 3, alinéa 11 * * page 3, alinéa 18 - page 4, alinéa 28 * -----	1-6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02B F02D F02M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
7 janvier 2011		Döring, Marcus	
<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>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1002122 FA 736759**

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 07-01-2011

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
WO 0186128	A2	15-11-2001	AU 6122901 A	20-11-2001
			AU 6124501 A	20-11-2001
			AU 6124701 A	20-11-2001
			AU 6299501 A	20-11-2001
			DE 10191817 B4	28-08-2008
			DE 10191817 T0	30-01-2003
			DE 10191818 T0	27-02-2003
			DE 10191819 B4	04-06-2009
			DE 10191819 T0	24-04-2003
			DE 10191820 B4	02-04-2009
			DE 10191820 T0	27-02-2003
			GB 2370316 A	26-06-2002
			GB 2370317 A	26-06-2002
			GB 2369158 A	22-05-2002
			GB 2369159 A	22-05-2002
			JP 3881243 B2	14-02-2007
			JP 2003532826 T	05-11-2003
			JP 4180278 B2	12-11-2008
			JP 2003532827 T	05-11-2003
			JP 2003532828 T	05-11-2003
JP 2003532829 T	05-11-2003			
WO 0186125 A2	15-11-2001			
WO 0186126 A2	15-11-2001			
WO 0186127 A2	15-11-2001			

US 2006180121	A1	17-08-2006	CN 1821561 A	23-08-2006
			DE 102006007279 A1	02-11-2006

DE 102005028554	A1	04-01-2007	AUCUN	
