

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : 2 878 906
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : 04 13004

51) Int Cl⁸ : F 02 F 3/26 (2006.01), F 02 D 41/30, 41/40

12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 07.12.04.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 09.06.06 Bulletin 06/23.

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) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
— FR.

72) Inventeur(s) : GATELLIER BERTRAND.

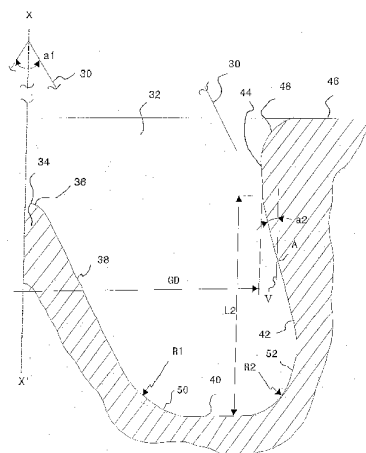
73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) :

54) MOTEUR A INJECTION DIRECTE DE CARBURANT AVEC UN PISTON COMPORTANT UN BOL PRESENTANT UNE PAROI LATÉRALE INCLINÉE.

57) L'invention concerne un moteur à combustion interne à injection directe comprenant au moins un cylindre (10), un piston (22) coulissant dans ce cylindre, des moyens (14, 18; 16, 20) d'admission et d'échappement de gaz, une chambre de combustion (28) délimitée sur un côté par la face supérieure dudit piston comprenant un téton (34) disposé au centre d'un bol concave (32) comprenant une paroi latérale inclinée (42), un injecteur (24) pour injecter du carburant avec un angle de nappe (a_1) inférieur ou égal à 2Arctg

moins égale à 0° .



$\frac{CD}{2F}$

où CD est le diamètre du cylindre (10) et F la distance entre le point d'origine des jets de carburants issus de l'injecteur (24) et la position du piston (22) correspondant à un angle de vilebrequin de 50° par rapport au point mort haut (PMH).

Selon l'invention, le bol (32) comporte une paroi latérale (42) formant un angle (a_2) négatif dont la valeur absolue est au plus égale à la moitié de l'angle de nappe (a_1) et au

FR 2 878 906 - A1



La présente invention se rapporte à un moteur à combustion interne à injection directe de carburant, notamment moteur de type Diesel, et à un procédé de contrôle de l'injection de carburant d'un tel moteur.

5 Elle concerne plus particulièrement les moteurs Diesel pouvant fonctionner selon deux modes de combustion. Un mode homogène, pour les faibles et moyennes charges du moteur, avec une injection de carburant permettant d'obtenir un mélange homogène de carburant avec de l'air ou avec un mélange d'air et de gaz d'échappement recirculés avant le
10 démarrage de la combustion. Ce mode de combustion homogène est mieux connu sous le vocable anglais de « Homogeneous Charge Compression Ignition » (en abrégé H.C.C.I.). L'autre mode de combustion, dit combustion traditionnelle, consiste en une injection du carburant autour du point mort haut du piston et en une combustion par diffusion, ce mode étant
15 préférentiellement utilisé aux charges élevées.

De tels moteurs permettent de répondre aux demandes de réduction des émissions de polluants, de la consommation de carburant, d'augmentation du couple et de la puissance spécifique ainsi que de la
20 réduction du bruit de combustion, tout en restant compatible avec les critères de tenue en endurance.

Ainsi, comme mieux décrit dans les demandes de brevets EP 0 849 448 ou EP 0 589 178, le carburant peut être introduit dans la chambre de combustion par un injecteur placé dans l'axe de chaque cylindre de manière
25 à ce que les jets de carburant soient émis en se vaporisant sans jamais toucher la paroi du cylindre et donc sans affecter sa lubrification tout en améliorant le mélange de carburant avec l'air ou le mélange d'air et de gaz brûlés avant le démarrage de la combustion. Pour ce faire, il est nécessaire que le piston soit assez proche de son point mort haut (PMH) et on ne

dispose de ce fait que d'une faible latitude dans le choix des instants d'injection du carburant.

5 Ceci est un inconvénient non négligeable, car des injections de carburant précoces ou tardives offrent de nombreux avantages, notamment dans le but d'obtenir une homogénéité du mélange carburé.

10 Le demandeur a résolu ces problèmes grâce à un moteur, tel que mieux décrit dans ses brevets français N° 2 818 324 et 2 818 325 pour un mode de combustion homogène utilisé sous la dénomination NADI™. Ce moteur comprend au moins un cylindre, un piston coulissant dans ce cylindre, des moyens d'admission et d'échappement de gaz, une chambre de combustion délimitée sur un côté par la face supérieure du piston comprenant un téton disposé au centre d'un bol concave comportant une
15 paroi latérale inclinée et au moins un injecteur pour injecter du carburant avec un angle de nappe inférieur ou égal à $2 \operatorname{Arctg} \frac{CD}{2F}$ où CD est le diamètre du cylindre et F la distance entre le point d'origine des jets de carburants issus de l'injecteur et la position du piston correspondant à un angle de vilebrequin de 50° par rapport au point mort haut.

20

Ainsi, dans le cas d'injections précoces, c'est-à-dire quand la position du piston est au voisinage de 50° d'angle du vilebrequin pour la phase d'injection choisie par rapport au point mort haut du piston, le carburant ne vient pas impacter la paroi du cylindre et reste à proximité de cette paroi tout
25 en se mélangeant avec l'air ou le mélange d'air et de gaz brûlés recirculés présent dans la chambre de combustion.

Le demandeur a amélioré ce type de moteur avec combustion homogène grâce à une disposition qui permette les injections précoces avec

un mélange efficace de l'air ou du mélange d'air et de gaz brûlés recirculés admis et cela dans le bol.

A cet effet, le moteur à combustion interne à injection directe
5 comprenant au moins un cylindre, un piston coulissant dans ce cylindre, des
moyens d'admission et d'échappement de gaz, une chambre de combustion
délimitée sur un côté par la face supérieure dudit piston comprenant un téton
disposé au centre d'un bol concave comprenant une paroi latérale inclinée,
un injecteur pour injecter du carburant avec un angle de nappe inférieur ou
10 égal à $2 \operatorname{Arctg} \frac{CD}{2F}$ où CD est le diamètre du cylindre et F la distance entre le
point d'origine des jets de carburants issus de l'injecteur et la position du
piston correspondant à un angle de vilebrequin de 50° par rapport au point
mort haut, caractérisé en ce que le bol comporte une paroi latérale formant
un angle négatif dont la valeur absolue est au plus égale à la moitié de
15 l'angle de nappe et au moins égale à 0° .

Préférentiellement, la valeur absolue de l'angle formé par la paroi
latérale peut être au plus égale à la moitié de l'angle de nappe auquel est
soustrait un angle de 15° .

20 De manière avantageuse, l'angle de nappe de l'injecteur peut être au
plus égal à 120° .

De manière encore plus avantageuse, l'angle de nappe de l'injecteur
25 peut être choisi entre 40° et 100° .

L'invention concerne également un procédé de contrôle de l'injection
de carburant d'un moteur à combustion interne à injection directe
comprenant au moins un cylindre, un piston coulissant dans ce cylindre et

comprenant un bol concave de diamètre GD et une paroi latérale inclinée, un téton disposé au centre du bol, un injecteur pour injecter du carburant avec un angle de nappe inférieur ou égal à $2 \operatorname{Arctg} \frac{CD}{2F}$ où CD est le diamètre du cylindre et F la distance entre le point d'origine des jets de carburants issus de l'injecteur et la position du piston correspondant à un angle de vilebrequin de 50° par rapport au point mort haut, caractérisé en ce qu'on injecte le carburant à une position du piston d'une façon telle que la base du cône de jets de carburant soit confondue avec la section d'ouverture de bol considéré au diamètre GD.

10

Les autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description donnée ci-après à partir d'exemples non limitatifs de réalisation, en se référant aux dessins annexés où :

- la figure 1 montre schématiquement un moteur à combustion interne selon l'invention et
- la figure 2 est une vue locale partielle à grande échelle du profil du bol du piston de la figure 1.

En se référant aux figures 1 et 2, un moteur à combustion interne à injection directe, de type Diesel, comprend au moins un cylindre 10 d'axe XX' et de diamètre CD, une culasse 12, des moyens d'admission d'air et des moyens d'échappement des gaz brûlés, ici respectivement au moins une tubulure d'admission 14 d'au moins un fluide gazeux, tel que de l'air ou un mélange d'air et de gaz brûlés recirculés (EGR), au moins une tubulure d'échappement 16 de gaz brûlés, les tubulures étant commandées en ouverture, ou en fermeture, par un moyen d'obturation, tel que respectivement une soupape d'admission 18 et une soupape d'échappement 20. Ce moteur comprend également un piston 22 coulissant dans le cylindre 10 et un injecteur de carburant 24 qui est préférentiellement disposé dans

l'axe XX' du cylindre. Cet injecteur comporte au voisinage de son nez 26 une multiplicité d'orifices à travers desquels est pulvérisé le carburant, dans la chambre de combustion 28, selon des jets 30.

5 Comme mieux décrit dans les brevets français N° 2 818 324 et 2 818 325 du demandeur, l'injecteur de carburant est de type à faible angle de nappe a_1 . Cet angle a_1 est choisi pour que la paroi du cylindre 10 ne soit jamais mouillée par le carburant pour toute position du piston 22 comprise entre $+50^\circ$ et $+\alpha$ ou entre -50° et $-\alpha$, où α représente l'angle du vilebrequin pour la phase d'injection choisie par rapport au point mort haut du piston, cet angle α étant supérieur à 50° et inférieur ou égal à 180° pour obtenir une combustion de type homogène.

Si CD désigne le diamètre (en mm) du cylindre 10 et F la distance (en mm) entre le point d'origine des jets de carburants 30 et la position du piston correspondant à un angle de vilebrequin de 50° , alors l'angle de nappe a_1 (en degré) sera inférieur ou égal à $2 \operatorname{Arctg} \frac{CD}{2F}$.

Par angle de nappe, il est entendu l'angle au sommet que forme le cône issu de l'injecteur et dont la paroi périphérique fictive passe par tous les axes des jets de carburant 30.

20

Une fourchette angulaire typique pour l'angle de nappe a_1 est au plus de 120° et préférentiellement entre 40° et 100° .

La chambre de combustion 28 est délimitée par la face interne de la culasse 12 en vis à vis du piston, la paroi circulaire du cylindre 10 et la face supérieure du piston 22.

25

Cette face supérieure du piston comporte un bol concave 32 à l'intérieur duquel est disposé un téton 34, situé sensiblement au centre de ce bol, qui s'élève vers la culasse 12.

5 En se rapportant en plus à la figure 2, le téton 34, de forme générale tronconique, comporte un sommet 36 de préférence arrondi, se poursuivant, en s'écartant symétriquement vers l'extérieur du piston 22, par un flanc incliné 38 sensiblement rectiligne vers le fond 40 du bol, puis, à partir de ce fond, par une paroi latérale inclinée 42 sensiblement rectiligne poursuivie par
10 une surface sensiblement verticale 44 rejoignant la surface sensiblement horizontale 46 de la face supérieure du piston 22 par un congé 48.

Avantageusement, le flanc incliné 38 est raccordé au fond 40 du bol par une partie curviligne 50 de rayon R1 et ce fond est raccordé à la paroi latérale inclinée 42 par une autre partie curviligne 52 de rayon R2.

15

L'intersection entre la paroi latérale inclinée 42 et la surface sensiblement verticale 44 crée une arête circonférentielle dont le diamètre correspond à un diamètre d'ouverture de bol GD en étant situé à une hauteur L2 par rapport au fond 40 du bol. Bien entendu cette arête, pour des raisons
20 techniques de réalisation, est arrondie dans sa partie saillante et le diamètre GD est à considérer entre les points de ces arrondis les plus proches de l'axe XX'.

L'angle d'inclinaison a_2 que forme la paroi latérale 42 du bol à partir de cette arête avec une verticale V, passant par un point A de cette paroi
25 inclinée, est négatif, c'est-à-dire considéré dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, en faisant en sorte que cette paroi soit dirigée vers l'axe XX', tel que défini précédemment.

De manière préférentielle, la valeur absolue de cet angle est au plus
30 égale au demi-angle de nappe des jets a_1 et au moins égale à 0° .

Avantageusement, la valeur absolue de l'angle a_2 est au plus égale à ce demi-angle de nappe auquel est soustrait un angle de 15° .

Cet angle de 15° a_2 se justifie par des calculs et des résultats d'essais qui ont permis de mettre à jour sa valeur maximale de manière à ce que les
 5 jets de carburant ne viennent pas percuter cette paroi mais au contraire glissent le long de celle-ci.

Lors d'injections précoces ou tardives telles que définies précédemment, il sera choisi un phasage d'injection du carburant d'une
 10 manière telle que, de manière schématique, la section de base du cône de jet de carburant soit confondue avec la section d'ouverture de bol considérée au diamètre d'ouverture de bol GD.

Cette configuration, telle que représentée à la figure 1, entraîne une position P (fonction de l'angle de vilebrequin) du piston qui est située au-delà
 15 de la position de piston (à un angle de vilebrequin de 50°) ayant servi à la détermination de l'angle de nappe de jets a_1 .

La position P du piston 22, et conséquemment l'angle de vilebrequin, peut être facilement déterminée car l'angle a_1 est connu et est calculé comme défini ci-dessus à partir d'une position du piston à un angle de
 20 vilebrequin de 50° .

Donc, la distance D (en mm), distance considérée entre le point d'origine des jets de l'injecteur et la position P du piston, peut être déterminée à partir de la formule $a_1 = 2 \operatorname{Arctg} \frac{GD}{2D}$ d'où a_1 est connu ainsi que
 le diamètre d'ouverture de bol GD.

25

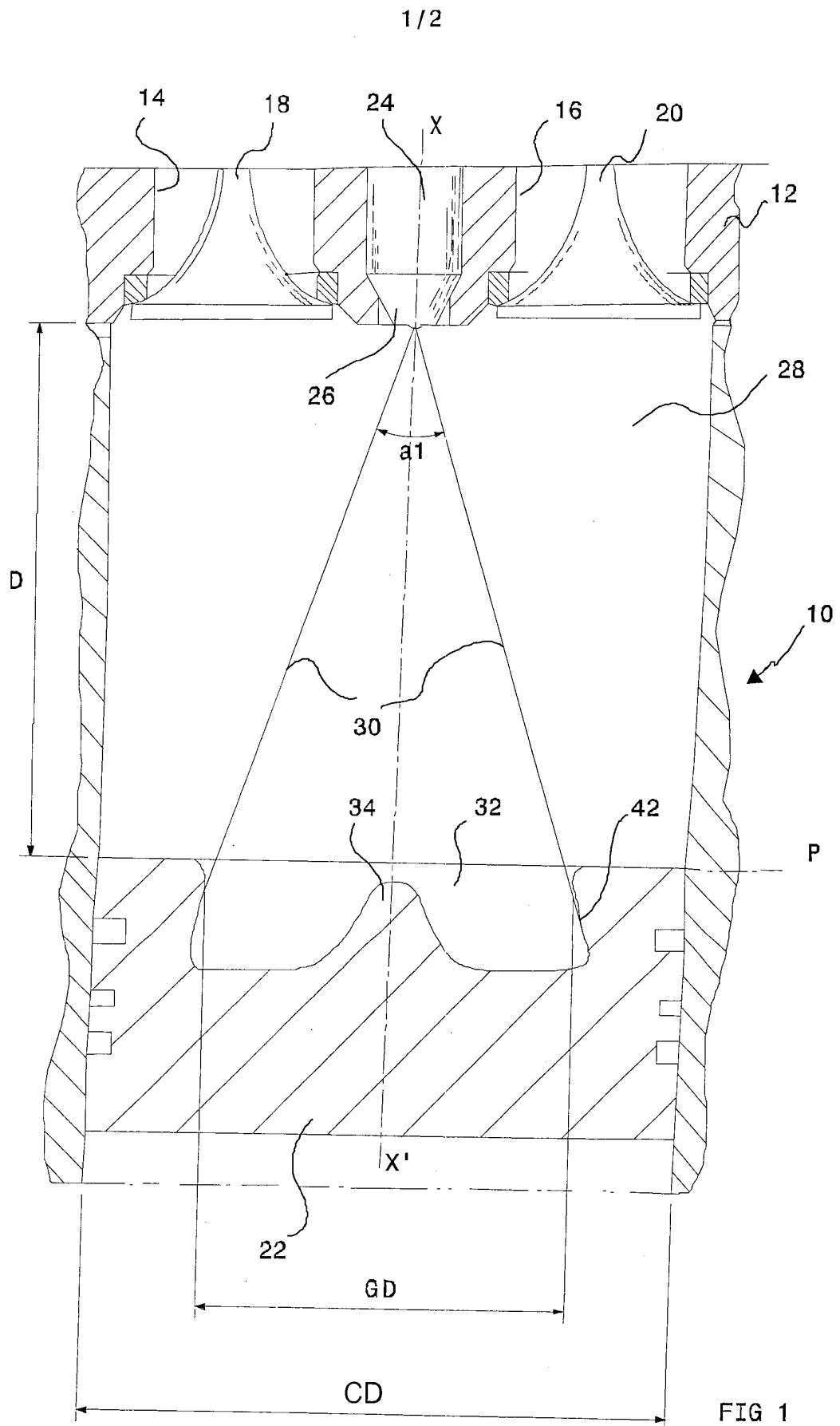
Ainsi, lors de l'injection précoce ou tardive du carburant, les jets de ce carburant se mélangeront le long de la paroi 42 avec l'air (ou un mélange d'air et de gaz d'échappement recirculés) préalablement admis dans la chambre de combustion 28 puis seront guidés par le fond 40 et remonteront

le long du flanc 38 du téton 34 de telle manière qu'ils se rapprochent de l'axe XX' du cylindre et par conséquent ne puissent pas venir en contact avec les parois du cylindre 10. Ainsi, tout le carburant introduit dans la chambre sera réparti à l'intérieur du bol de manière à optimiser son mélange avec l'air admis, en évitant tout confinement du carburant dans une zone du bol.

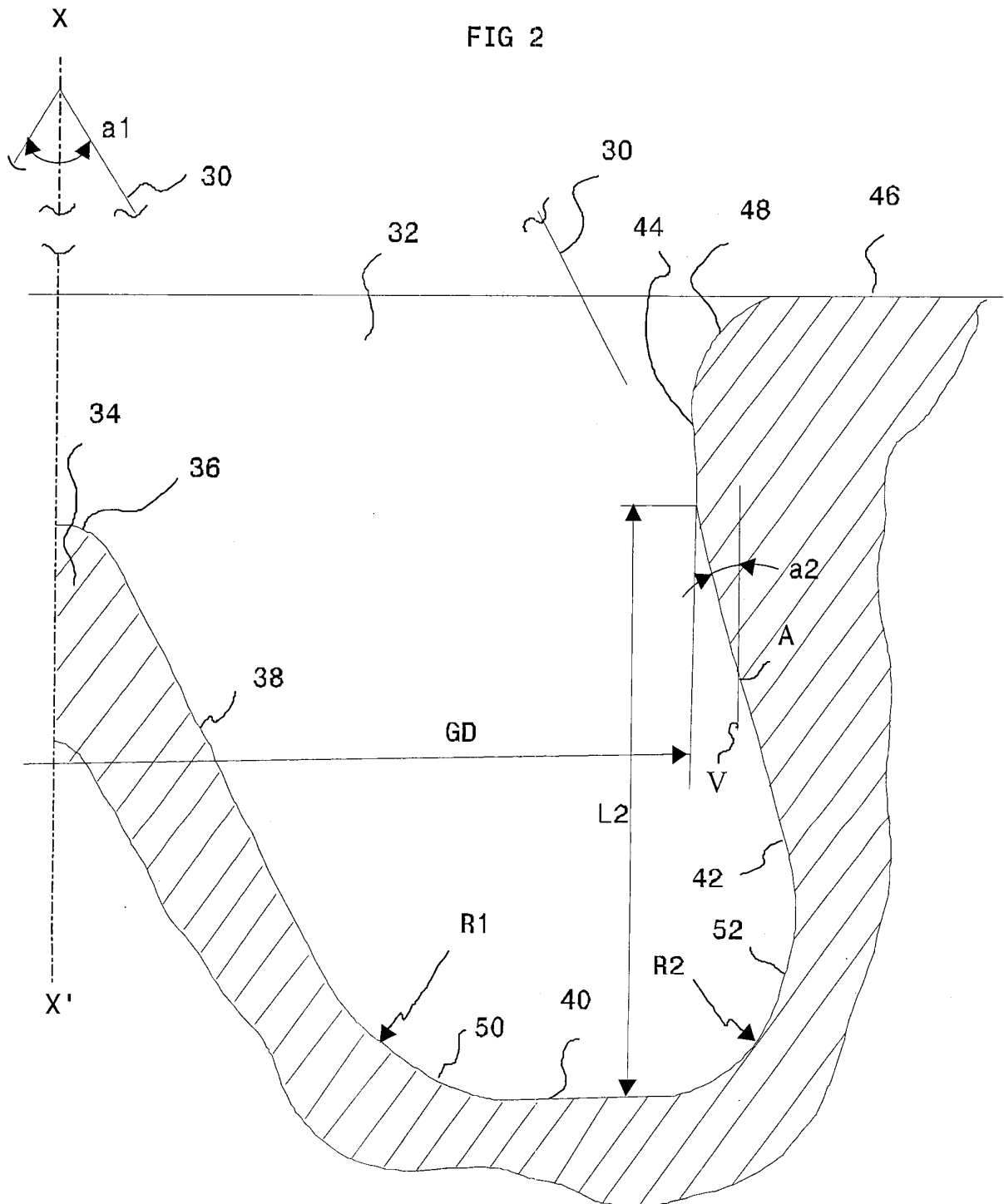
Grâce à l'invention, il est possible d'obtenir une grande latitude dans le choix des instants d'injection car l'injecteur avec un angle de nappe de jets et un angle d'inclinaison de la paroi latérale du bol comme définis ci-dessus permettra d'éviter de mouiller les parois du cylindre.

REVENDEICATIONS

- 1) Moteur à combustion interne à injection directe comprenant au moins un cylindre (10), un piston (22) coulissant dans ce cylindre, des
5 moyens (14, 18 ; 16, 20) d'admission et d'échappement de gaz, une chambre de combustion (28) délimitée sur un côté par la face supérieure dudit piston comprenant un téton (34) disposé au centre d'un bol concave (32) comprenant une paroi latérale inclinée (42), un injecteur (24) pour injecter du carburant avec un angle de nappe (a_1) inférieur ou égal à
10 $2 \operatorname{Arctg} \frac{CD}{2F}$ où CD est le diamètre du cylindre (10) et F la distance entre le point d'origine des jets de carburants issus de l'injecteur (24) et la position du piston (22) correspondant à un angle de vilebrequin de 50° par rapport au point mort haut (PMH), caractérisé en ce que le bol (32) comporte une paroi latérale (42) formant un angle (a_2) négatif dont la valeur absolue est au plus
15 égale à la moitié de l'angle de nappe (a_1) et au moins égale à 0° .
- 2) Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur absolue de l'angle (a_2) formé par la paroi latérale (42) est au plus égale à la
20 moitié de l'angle de nappe (a_1) auquel est soustrait un angle de 15° .
- 3) Moteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'angle de nappe (a_1) de l'injecteur (24) est au plus égal à 120° .
- 4) Moteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'angle de
25 nappe (a_1) de l'injecteur (24) est choisi entre 40° et 100° .



2/2





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 658875
FR 0413004

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,D	FR 2 818 325 A (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE) 21 juin 2002 (2002-06-21) * page 8, ligne 14-28 * * page 9, ligne 1,2 * * page 11, ligne 23-25 * * page 12, ligne 9-26 * * page 13, ligne 11-16; figure 3 * -----	1-4	F02D41/40 F02D41/30 F02F3/26
X	WO 2004/057167 A (AVL LIST GMBH; CHMELA, FRANZ; CSATO, JANOS; GLENSVIG, MICHAEL; SAMS, T) 8 juillet 2004 (2004-07-08)	1	
A	* page 7, ligne 14-20 - page 8, alinéas 3,4; figure 2a * -----	2-4	
A	WALTER B ET AL: "Development of the High Power NADITM Concept Using Dual Mode Diesel Combust to Achieve Zero NOx and Particulate Emissions" SAE INTERNATIONAL FUELS AND LUBRICANTS MEETING AND EXHIBITION, 6 mai 2002 (2002-05-06), page COMPLETE11, XP002279240 * page 4, colonne de gauche, alinéa 3 - page 5, colonne de droite, alinéa 1 * -----	1-4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			F02B F02F
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		28 juillet 2005	Luta, D
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0413004 FA 658875**

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 28-07-2005

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
FR 2818325 A	21-06-2002	FR 2818325 A1	21-06-2002
		EP 1217186 A2	26-06-2002
		JP 2002227650 A	14-08-2002
		US 2002117146 A1	29-08-2002

WO 2004057167 A	08-07-2004	AT 7204 U1	25-11-2004
		WO 2004057167 A1	08-07-2004
		AU 2003287752 A1	14-07-2004
