

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 915 524

②① N° d'enregistrement national : **07 03122**

⑤① Int Cl⁸ : **F 02 D 19/08** (2006.01)

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 27.04.07.

③① 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*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : IFP — FR.

⑦② Inventeur(s) : MONNIER GAETAN.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) :

⑤④ **PROCEDE POUR CONTROLER LE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR POUVANT UTILISER UN MODE DE
COMBUSTION EN MONOCARBURATION OU EN MULTICARBURATION.**

⑤⑦ La présente invention concerne un procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur à combustion interne utilisant un mode de combustion en monocarburation ou en multicarburation avec au moins un type de carburant comportant un fort indice d'octane et une faible densité énergétique et au moins un autre type de carburant comportant un faible indice d'octane et une forte densité énergétique, procédé dans lequel l'énergie nécessaire au fonctionnement du moteur en multicarburation est procurée par une association des deux types de carburants.

Selon l'invention, pour le mode de fonctionnement du moteur en multicarburation, le procédé consiste:

- à déterminer les valeurs de consigne de la densité énergétique globale et de l'indice d'octane global résultant de l'association des carburants,
- à introduire dans la chambre de combustion lesdits carburants avec une proportion visant à obtenir les valeurs de consigne,
- à évaluer les valeurs réelles de la densité énergétique globale et/ou l'indice d'octane global desdits carburants introduits,
- en cas de dérive entre les valeurs de consigne et les valeurs réelles, à compenser cette dérive en faisant varier

la proportion de l'un au moins des carburants pour obtenir la densité énergétique et/ou l'indice d'octane de consigne.

FR 2 915 524 - A1



La présente invention se rapporte à un procédé pour contrôler le fonctionnement d'un moteur utilisant plusieurs carburants.

Elle concerne, plus particulièrement, les moteurs fonctionnant avec un premier mode de combustion, dit monocarburation, selon lequel un seul carburant est utilisé, généralement pour le ralenti et les faibles charges de ce moteur, ou selon un autre mode de combustion, appelé multicarburation, permettant d'associer plusieurs carburants de nature différente, pour les moyennes et fortes charges.

10

Un tel type de moteur est mieux décrit dans le brevet US 5 975 050 dans lequel le moteur fonctionne en monocarburation avec un carburant généralement en phase liquide, de type Diesel, injecté directement dans la chambre de combustion du moteur (injection directe) ou dans une chambre de précombustion (injection indirecte), ou en mode bicarburation, dans lequel un carburant gazeux est associé à ce carburant liquide. Ce mode permet de réaliser deux modes de combustion dans le même cycle moteur, une auto-inflammation du carburant et une combustion du mélange air/gaz par propagation d'un front de flamme initiée par l'auto-inflammation.

20

Comme cela est connu de l'art antérieur, des méthodes et appareils permettent de contrôler la distribution des carburants ainsi que la transition entre les deux modes de fonctionnement du moteur. A titre d'exemple, les brevets US 5 450 829 et US 5 975 050 ainsi que les demandes internationales WO 99/45256 et WO 99/46495 décrivent de tels méthodes et appareils.

25

Il est également connu par le brevet français FR 2 817 913 du demandeur, une méthode de gestion d'un moteur à combustion interne fonctionnant en mono ou en bicarburation. Avec cette méthode, durant le fonctionnement en monocarburation, l'énergie nécessaire au fonctionnement du moteur est apportée soit par une injection indirecte d'un carburant gazeux, soit par une injection directe d'un carburant liquide, ici de l'essence. Pendant le

30

fonctionnement en bicarburation, une injection d'essence est réalisée pour un mélange sous une forme spécifique tout en étant associée à une injection de carburant gazeux.

5 Cependant, le demandeur a pu constater que les différents carburants utilisés, comme l'essence ou le gaz naturel principalement, possèdent des caractéristiques physico-chimiques assez différentes. Ainsi, deux de ces caractéristiques, qui sont l'indice d'octane (le pouvoir anti-détonant), et la densité énergétique volumique (énergie développable pour un volume de
10 mélange air-carburant à richesse, pression et température données) ont un fort impact sur les performances et le rendement du moteur.

Ces différences entre les carburants utilisés sur un même moteur conduisent à définir les caractéristiques du moteur - telles que son rapport volumétrique de compression, ses diagrammes de distribution (ouverture et
15 fermeture des soupapes d'admission et d'échappement), ou encore la définition du turbocompresseur dans le cas d'un moteur suralimenté - en fonction soit à partir de l'un des carburants utilisables, soit pour un compromis de fonctionnement avec les différents carburants utilisés.

20 Dans tous les cas mentionnés ci-dessus, le fonctionnement du moteur n'est pas optimal.

En effet, dans le cas d'un moteur à allumage commandé suralimenté pouvant fonctionner en monocarburation ou en bicarburation, tel qu'au gaz naturel et/ou à l'essence, le gaz naturel est injecté sous forme gazeuse dans
25 les conduits d'admission par l'intermédiaire de son circuit d'alimentation (réservoirs, rampe d'alimentation et injecteurs spécifiques) et l'essence est injectée sous forme liquide soit dans les conduits d'admission du moteur (injection indirecte), soit directement dans la chambre de combustion (injection directe) par l'intermédiaire d'un deuxième circuit d'alimentation adapté à ses
30 caractéristiques.

Ce type de motorisation est parfaitement connu de l'homme de l'art mais les performances du moteur sont limitées par les caractéristiques de chaque carburant à savoir : la densité énergétique pour le gaz naturel ou l'indice d'octane pour l'essence.

- 5 En effet, dans le cas du gaz naturel, l'indice d'octane du carburant est très élevé (de l'ordre de 120 à 130). Ceci permet d'améliorer le rendement du moteur en repoussant le problème de cliquetis, c'est-à-dire l'auto-inflammation du mélange carburé (ou charge) pouvant conduire à la destruction du moteur, par une augmentation du taux de compression ou par un réglage optimum du
- 10 calage de la combustion ou encore par la limitation de l'enrichissement pour la maîtrise de la température à l'échappement. En revanche, ce gaz naturel, qui est injecté sous forme gazeuse et qui possède une densité énergétique faible, de l'ordre de 3,1 KJ/L (kilojoules par litre), conduit à limiter les performances du moteur par une perte de rendement volumétrique que la suralimentation ne
- 15 peut pas toujours compenser.

De ce fait, le moteur a un bon rendement mais possède des performances limitées, notamment à faibles régimes moteur.

- A l'inverse, dans le cas du fonctionnement à l'essence, l'indice d'octane du
- 20 carburant est beaucoup plus faible (de l'ordre de 91 à 98) mais la densité énergétique est forte (supérieure à 3,4 KJ/L). Ceci entraîne un bon remplissage en énergie de la chambre de combustion mais avec un rendement d'utilisation faible.

- De ce fait, le moteur possède une performance réduite liée à la limitation
- 25 imposée par le cliquetis, soit en terme de rapport volumétrique de compression exploitable, soit en terme de calage de combustion par une sous-avance à l'allumage.

- En conséquence, la performance du moteur est limitée par le paramètre le
- 30 plus critique du carburant utilisé : la densité énergétique pour le gaz naturel ou l'indice d'octane pour l'essence.

La présente invention se propose de remédier aux inconvénients précités grâce à un procédé de contrôle qui permette de maximiser l'exploitation des points forts de chaque carburant.

- 5 A cet effet, l'invention concerne un procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur à combustion interne à allumage commandé comportant au moins une chambre de combustion et pouvant utiliser un mode de combustion en monocarburation ou en multicarburation avec au moins un type de carburant comportant un fort indice d'octane et une faible densité énergétique et au moins
- 10 un autre type de carburant comportant un faible indice d'octane et une forte densité énergétique, procédé dans lequel l'énergie nécessaire au fonctionnement du moteur en monocarburation est apportée soit par l'un ou l'autre desdits types carburants et dans lequel l'énergie nécessaire au fonctionnement du moteur en multicarburation est procurée par une association
- 15 des deux types de carburants, caractérisé en ce que, pour le mode de fonctionnement du moteur en multicarburation, le procédé consiste :
- à déterminer les valeurs de consigne de la densité énergétique globale et de l'indice d'octane global résultant de l'association des carburants,
 - à introduire dans la chambre de combustion lesdits carburants avec une

20 proportion visant à obtenir les valeurs de consigne,

 - à évaluer les valeurs réelles de la densité énergétique globale et/ou l'indice d'octane global desdits carburants introduits,
 - en cas de dérive entre les valeurs de consigne et les valeurs réelles, à compenser cette dérive en faisant varier la proportion de l'un au moins des

25 carburants pour obtenir la densité énergétique et/ou l'indice d'octane de consigne.

Le procédé peut consister à évaluer l'indice d'octane global réel à partir d'un signal d'un capteur de vibrations placé sur le moteur.

30

Le procédé peut consister à évaluer la densité énergétique globale réelle à partir d'un signal d'un capteur de pression de la chambre de combustion.

Le carburant à fort indice d'octane et à faible densité énergétique peut être pris parmi le gaz naturel, les alcools ou les éthers.

- 5 Le carburant à faible indice d'octane et à forte densité énergétique peut être pris parmi les essences.

- 10 Le procédé peut consister à associer en multicarburation au moins une essence avec du gaz naturel, ou au moins une essence avec au moins un alcool, ou un mélange d'au moins une essence et d'au moins un alcool avec du gaz naturel.

- 15 Les valeurs de consigne peuvent être cartographiées en fonction des paramètres de fonctionnement du moteur.

- 20 Le procédé peut consister à associer les deux types de carburant de manière à réaliser deux mélanges carburés introduits dans la chambre de combustion de façon à obtenir une stratification entre les deux mélanges.

- 25 Le procédé peut consister à réaliser une injection indirecte de deux types de carburant pour réaliser deux mélanges carburés.

- 30 Le procédé selon l'invention ainsi que ses autres caractéristiques et avantages sera mieux compris à la lecture de la description qui va suivre.

- 35 Cette description se rapporte à un moteur à combustion interne à allumage commandé comportant au moins une chambre de combustion et pouvant fonctionner en mode de combustion avec monocarburation ou avec multicarburation.

- 40 Ainsi, pour le démarrage à froid de ce moteur, celui-ci sera facilité par un fonctionnement en monocarburation avec un carburant gazeux, tel que le gaz

naturel, durant quelques cycles thermodynamiques. Ceci permet ainsi d'éviter les problèmes inhérents à une injection de liquide qui se concrétise par une vaporisation incomplète du carburant et un dépôt de celui-ci sur les parois du conduit d'admission.

5

Pour le ralenti et les faibles charges, compte tenu du fait qu'il n'y a aucune limitation tant au niveau de l'indice d'octane qu'au niveau de la densité énergétique du carburant utilisé, l'un quelconque des carburants sera utilisé pour le mode de fonctionnement en monocarburation.

10

Pour les moyennes et fortes charges du moteur avec un mode de fonctionnement en multicarburation, qui, dans la description à titre d'exemple qui va suivre, est limité à la bicarburation, les proportions entre les deux carburants seront ajustés sur chaque point de fonctionnement du moteur pour tirer partie des propriétés des carburants utilisés.

15

Ainsi, pour une combustion à une richesse donnée et dans le cas d'une association de l'essence avec du gaz naturel, la proportion entre les deux carburants sera ajustée pour maximiser la performance et/ou le rendement du moteur, tant au niveau de l'indice d'octane global que de la densité énergétique globale de la combinaison des deux mélanges carburés (air + essence et air + gaz naturel).

20

Pour cela en partant du fonctionnement avec une très forte proportion de gaz naturel sur un point de pleine charge du moteur, si l'avance à l'allumage optimale est atteinte sans limitation par le cliquetis, cela signifie, d'une part, que l'on n'exploite pas tout le potentiel de l'indice d'octane possible du carburant et, d'autre part, que l'on dégrade le rendement volumétrique et donc la performance maximale par la présence du gaz qui génère une faible énergie volumique.

30

Partant de ce point, on introduit le mode de fonctionnement avec une combustion en bicarburation en introduisant progressivement une proportion

d'essence, à iso richesse de fonctionnement. L'introduction de l'essence, se substituant à une partie du gaz naturel, va avoir pour effet de diminuer l'indice d'octane global dans la chambre de combustion tout en entraînant une augmentation de la densité d'énergie globale de la combinaison des deux
5 mélanges carburés.

La conséquence sera donc une augmentation de la performance et du rendement du moteur, tant que la limite cliquetis n'est pas atteinte pour un réglage optimum de l'avance à l'allumage et donc de la combustion.

10 A partir de cela, il sera ainsi possible de déterminer, pour chaque point de fonctionnement du moteur, une proportion optimale des carburants à introduire dans la chambre de combustion du moteur pour obtenir les valeurs de consigne de l'indice d'octane global ainsi que de la densité énergétique globale de la combinaison des deux mélanges carburés.

15 Pour cela, il est prévu un calculateur-moteur qui contiendra des cartographies avec les paramètres optimaux de fonctionnement du moteur sur toute la gamme d'utilisation possible avec les proportions respectives de gaz et d'essence à introduire dans la chambre de combustion du moteur. De même ce
20 calculateur comprendra des cartographies permettant de déterminer le phasage injection dans le cycle moteur du ou des carburants et/ou les durées d'injection et/ou les angles d'allumage.

Pour pouvoir connaître à tous moments la valeur réelle de l'indice d'octane
25 global de la combinaison des deux mélanges carburés introduits dans la chambre de combustion, le capteur de vibrations (ou capteur de cliquetis) que comporte habituellement le moteur est utilisé. Le signal de ce capteur est envoyé au calculateur-moteur qui permettra d'évaluer l'indice d'octane réel de la combinaison des deux mélanges carburés introduits dans la chambre de
30 combustion du moteur.

En cas de dérive entre la valeur de consigne de l'indice d'octane déterminée par le calculateur-moteur et la valeur réelle évaluée par ce même

calculateur-moteur, les proportions respectives de gaz et d'essence sont modifiées pour obtenir les valeurs de consigne de l'indice d'octane global.

5 Ainsi, à titre d'exemple, si l'indice d'octane évalué est inférieur à celui de la valeur de consigne, la quantité de gaz naturel introduite sera augmentée pour faire en sorte d'augmenter cet indice d'octane jusqu'à la valeur de consigne.

10 De même, il peut être évalué la densité énergétique globale réelle de la combinaison des deux mélanges carburés introduits dans la chambre de combustion grâce aux signaux reçus par le capteur de pression et le capteur de température du répartiteur d'admission ou encore par une mesure directe du débit d'air associé au capteur de régime du moteur. Ces signaux sont ensuite traités par le calculateur-moteur pour évaluer la valeur réelle de cette densité énergétique.

15 Si cette dernière est inférieure à celle de la valeur de consigne, la quantité d'essence introduite sera augmentée pour faire en sorte d'augmenter cette densité jusqu'à la valeur de consigne.

20 Les applications peuvent porter sur différents couples de carburants ayant pour caractéristique principale d'avoir une densité énergétique forte si l'indice d'octane du carburant est faible et inversement. Quelques exemples de cas envisageables : essence et gaz naturel, essence et alcool, comme de l'éthanol ou du méthanol, ou mélange essence-alcool et gaz naturel.

25 De même, on pourra utiliser certains éthers comme le MTBE (méthyl tertio butyl éther) ou l'ETBE (éthyl tertio butyl éther) au titre de carburant à fort indice d'octane et à faible densité énergétique.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples décrits ci-dessus mais englobe toutes variantes et tous équivalents.

30 Notamment, il peut être envisagé, dans le cas d'un moteur avec des multisoupapes d'admission, d'introduire chaque mélange carburé par des conduits d'admission différents pour obtenir une stratification de l'indice

d'octane global en privilégiant le mélange à faible indice d'octane au début de la combustion et celui à fort indice d'octane en fin de combustion pour gagner en résistance au cliquetis.

- 5 De même, les carburants concernés peuvent être injectés de manière directe ou indirecte dans la chambre de combustion.

De manière avantageuse, il sera privilégié une injection indirecte du carburant à fort indice d'octane global et à faible densité énergétique ainsi qu'une injection indirecte du carburant à faible indice d'octane global et à forte densité énergétique.

10

REVENDEICATIONS

- 1) Procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur à combustion interne à allumage commandé comportant au moins une chambre de combustion et pouvant utiliser un mode de combustion en monocarburation ou en multicarburation avec au moins un type de carburant comportant un fort indice d'octane et une faible densité énergétique et au moins un autre type de carburant comportant un faible indice d'octane et une forte densité énergétique, procédé dans lequel l'énergie nécessaire au fonctionnement du moteur en monocarburation est apportée soit par l'un ou l'autre desdits types carburants et dans lequel l'énergie nécessaire au fonctionnement du moteur en multicarburation est procurée par une association des deux types de carburants, caractérisé en ce que, pour le mode de fonctionnement du moteur en multicarburation, le procédé consiste :
- à déterminer les valeurs de consigne de la densité énergétique globale et de l'indice d'octane global résultant de l'association des carburants,
 - à introduire dans la chambre de combustion lesdits carburants avec une proportion visant à obtenir les valeurs de consigne,
 - à évaluer les valeurs réelles de la densité énergétique globale et/ou l'indice d'octane global desdits carburants introduits,
 - en cas de dérive entre les valeurs de consigne et les valeurs réelles, à compenser cette dérive en faisant varier la proportion de l'un au moins des carburants pour obtenir la densité énergétique et/ou l'indice d'octane de consigne.
- 2) Procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à évaluer l'indice d'octane global réel à partir d'un signal d'un capteur de vibrations placé sur le moteur.
- 3) Procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à évaluer la densité

énergétique globale réelle à partir d'un signal d'un capteur de pression de la chambre de combustion.

4) Procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur selon la
5 revendication 1, caractérisé en ce que le carburant à fort indice d'octane et à faible densité énergétique est pris parmi le gaz naturel, les alcools ou les éthers.

5) Procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur selon la
10 revendication 1, caractérisé en ce que le carburant à faible indice d'octane et à forte densité énergétique est pris parmi les essences.

6) Procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur selon la
revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à associer en multicarburant
15 au moins une essence avec du gaz naturel, ou au moins une essence avec au moins un alcool, ou un mélange d'au moins une essence et au moins un alcool avec du gaz naturel.

7) Procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur selon la
20 revendication 1, caractérisé en ce que les valeurs de consigne sont cartographiées en fonction des paramètres de fonctionnement du moteur.

8) Procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur selon la
revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à associer les deux types de
25 carburant de manière à réaliser deux mélanges carburés introduits dans la chambre de combustion de façon à obtenir une stratification entre les deux mélanges.

9) Procédé de contrôle du fonctionnement d'un moteur selon la
30 revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser une injection indirecte de deux types de carburant pour réaliser deux mélanges carburés.



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 692679
FR 0703122

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		
D,Y	WO 99/45252 A (CATERPILLAR INC [US]) 10 septembre 1999 (1999-09-10) * page 7, ligne 27 - page 8, ligne 24; revendications *	1-9	F02D19/08
Y	WO 2004/111416 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; ODA TOMIHISA [JP]; NIIMI KUNIAKI [JP]) 23 décembre 2004 (2004-12-23) * alinéas [0040] - [0046]; revendication 1 *	1-9	
A	DE 38 33 123 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 13 avril 1989 (1989-04-13) * page 2, ligne 43 - page 3, ligne 30 *	1	
A	DE 195 39 170 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 24 avril 1997 (1997-04-24) * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 décembre 2007		Vedoato, Luca	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0703122 FA 692679**

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 **11-12-2007**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9945252	A	10-09-1999	AT 242424 T	15-06-2003
			DE 69908512 D1	10-07-2003
			DE 69908512 T2	22-04-2004
			EP 0980467 A1	23-02-2000
			US 5975050 A	02-11-1999

WO 2004111416	A	23-12-2004	BR PI0411352 A	11-07-2006
			CN 1806109 A	19-07-2006
			EP 1636470 A1	22-03-2006
			JP 2005002914 A	06-01-2005
			US 2006118085 A1	08-06-2006

DE 3833123	A1	13-04-1989	JP 1088153 A	03-04-1989
			JP 2024459 C	26-02-1996
			JP 7050099 B	31-05-1995
			US 4905649 A	06-03-1990

DE 19539170	A1	24-04-1997	AUCUN	
