

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.12.02.

30 Priorité : 06.12.01 DE 10160057.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.06.03 Bulletin 03/24.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : DAIMLERCHRYSLER AG Aktiengesellschaft — DE.

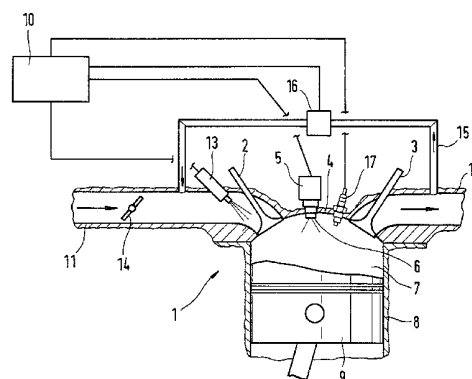
72 Inventeur(s) : HERTWECK GERNOT, NABER DIRK,
SAUSEN ECKHARD et VENT GUIDO.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A ALLUMAGE PAR COMPRESSION.

57 Un procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne utilise un combustible, qui atteint un rendement avantageux par les caractéristiques particulières de combustible en cas de combustion par allumage par compression, et présente des avantages en termes de consommation par rapport aux procédés de combustion connus, utilisant des combustibles classiques. De préférence, on utilise comme combustible un Straight-Run-Naphta connu également sous l'appellation d'essence brute. Les caractéristiques de ce combustible sont plus économiques à obtenir que celles des combustibles classiques, du fait que l'on peut renoncer, lors de la fabrication, à effectuer un traitement coûteux du combustible.



L'invention concerne un procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne muni d'un allumage par compression, comportant :

des soupapes d'admission et d'échappement,
un dispositif de commande, et
un dispositif d'alimentation en carburant, en particulier une installation d'injection.

Le but du développement de nouveaux moteurs à combustion interne est de réduire la consommation en carburant et les émissions de gaz d'échappement. Dans les moteurs diesel d'aujourd'hui par exemple, la plupart des problèmes résident principalement dans l'apparition de particules de suie ainsi que dans les fortes émissions d'oxyde d'azote.

Les moteurs à combustion interne munis d'un allumage par compression utilisent usuellement du carburant diesel, du fait que les propriétés d'allumage du carburant diesel conviennent bien pour de tels moteurs à combustion interne. Une combustion diesel classique constitue, comme on le sait, une combustion à flamme à diffusion, conduisant surtout à une forte formation de particules. Pour obtenir moins d'émission par le biais d'une combustion induite avec un allumage par compression, actuellement on effectue des recherches pour les moteurs à combustion interne à auto-allumage, pour réaliser une combustion diesel en brûlant un mélange homogène, combustion diesel lors de laquelle moins de particules de suie sont produites. Dans une telle combustion, il y a possibilité avec un mélange extrêmement maigre d'atteindre une combustion pratiquement complète, faisant que la combustion de carburant chute et que, au moins pour la faible charge, il y a des températures de combustion faibles. On a de ce fait moins d'émissions d'oxyde d'azote, du fait que ces faibles températures de combustion le plus souvent sont inférieures à la température limite de formation des oxydes d'azote (NO_x).

L'obtention d'une combustion à auto-allumage d'un mélange homogène peut être atteinte par un conditionnement spécial du combustible. Par le DE 199 14 941 C1, on connaît un moteur à combustion interne à allumage par compression, 5 pour lequel la combustion est soutenue par émission de micro-ondes dans la chambre de combustion. Le mélange de combustion est alors soumis à un conditionnement, pendant l'émission de micro-ondes, faisant qu'on obtient une amélioration de la combustion.

10 Une autre variante d'obtention d'auto-allumage homogène a été recherchée sur la voie de l'utilisation de plusieurs combustibles. Dans le EP 643 209 B1, est décrit un procédé pour lequel du gaz naturel est utilisé comme carburant principal et du carburant diesel est utilisé 15 comme carburant pilote, facile à enflammer, sachant que les moments d'injection des deux carburants dépendent du point de fonctionnement du moteur à combustion interne.

Le DE 3020822 A1 décrit un moteur à combustion interne à allumage externe commandé, dans lequel l'essence brute 20 est utilisée au lieu d'utiliser de l'essence et est préparée au moyen d'une buse d'évaporation à interstice capillaire avant de procéder au mélange avec l'air de combustion en une phase gazeuse, afin d'améliorer les propriétés d'allumage de l'essence brute.

25 Par le DE 19804983 A1, on connaît un procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion à allumage par compression, procédé dans lequel, au début du cycle de compression, dans la chambre de combustion, est contenu un mélange air/carburant pré-mélangé maigre, et le mélange est 30 comprimé jusqu'à atteindre la limite d'auto-allumage, sachant que, pendant la course de compression, on procède à l'injection supplémentaire de carburant dans la chambre de combustion. La quantité de carburant injectée ultérieurement dans la chambre de combustion est alors 35 introduite temporellement et localement en plusieurs processus d'injection, de sorte que l'on obtient des

aptitudes à l'allumage différentes dans la chambre de combustion.

Dans quelques unes des variantes énumérées ci-dessus, le rapport air/carburant est amené à l'allumage en utilisant la chaleur de compression. On introduit alors un processus de combustion auto-accélérateur, processus lors duquel une compression trop faible mène à une combustion incomplète, et une combustion trop forte provoque des augmentations de pression inadmissibles.

La présente invention a comme but de créer un procédé pour un moteur à combustion interne, à allumage par compression, à l'aide duquel on puisse avoir une combustion marquée par une plus faible consommation et par de faibles émissions de substances nocives.

Selon l'invention, on prévoit un procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne comportant des soupapes d'admission et d'échappement, un dispositif de commande, et un dispositif d'alimentation en carburant, en particulier une installation d'injection, caractérisé en ce que lors d'une étape du procédé, pour former un mélange air/carburant, on introduit un combustible ayant une plage d'ébullition de 20° à 190°, et une aptitude à l'inflammation d'environ 25 à 40 CZ et de l'air neuf dans la chambre de combustion, et lors d'une étape de procédé subséquente, on allume le mélange air/carburant.

Le moteur à combustion interne selon l'invention, tel qu'indiqué dans le paragraphe qui précède, prévoit que, pour le fonctionnement d'un moteur à combustion interne muni de soupapes d'admission et d'échappement, ainsi que d'un dispositif de commande et d'un dispositif d'alimentation en carburant, on commence par introduire, lors d'une étape du procédé, un carburant ayant une plage d'ébullition de 20° à 190°C, et une aptitude à l'allumage d'environ 25 à 40 CZ dans la chambre de combustion. Le carburant peut être injecté dans le tube d'aspiration et/ou directement dans la chambre de combustion. Si le carburant

est injecté directement dans la chambre de combustion remplie d'air neuf, alors le mélange air/carburant est comprimé dans le cylindre de manière que la charge de cylindre entre en auto-allumage dans la zone du point mort haut. En variante, le carburant est injecté dans le tube d'aspiration de manière à ce qu'il soit mélangé à l'air pénétrant dans la chambre de combustion.

Selon l'invention, le présent procédé utilise un carburant qui, du fait de caractéristiques de carburant particulières en cas de combustion par allumage par compression, atteint un rendement avantageux et présente des avantages en termes de consommation par rapport aux procédés de combustion connus qui font appel à des carburants classiques. De préférence, on utilise comme carburant du Straight-Run-Naphta qui est également connu sous l'appellation d'essence brute. Selon l'invention, les caractéristiques en tant que carburant de ce carburant peuvent être réalisées pour un prix inférieur par rapport aux carburants classiques, du fait que l'on peut renoncer à un retraitement coûteux du combustible au stade de la fabrication. Du fait de la haute tenue au froid du Straight-Run-Naphta pour de basses températures, par exemple en hiver, on ne rencontrera aucun des problèmes de transfert de carburant qui sont typiques au diesel.

En se basant sur la haute volatilité du Straight-Run-Naphta, le procédé selon l'invention permet d'avoir un mélange à peu près homogène en peu de temps, qui par un allumage par compression, du fait de l'aptitude à l'allumage du Straight-Run-Naphta qui n'est pas trop élevée, permet d'avoir une combustion à l'aide de laquelle on peut obtenir de faibles émissions d'oxyde d'azote et une diminution de la formation de particules. Grâce à la haute volatilité, on obtient une bonne préparation du mélange, nécessaire, pour un allumage par compression d'un mélange homogène. On empêche de ce fait d'avoir dans le mélange des valeurs d'indice d'air ($\lambda < 1$ et $\lambda > 1$) locales extrêmes et des pics de température locaux dans la chambre de

combustion pendant la combustion. L'aptitude à l'allumage, qui n'est pas trop élevée, permet alors que le carburant ait, suivant le procédé selon l'invention, suffisamment de temps pour la préparation du mélange, sans qu'il se produise d'auto-allumage. Grâce à une pré-oxydation effectuée d'une quantité de carburant injectée préalablement, on obtient une température de mélange nécessaire, pour laquelle le mélange est mis en auto-allumage en utilisant un jet d'allumage. L'indication donnée pour l'aptitude à l'allumage est l'indice de cétane (CZ). Le nombre est en étroite relation avec le retard à l'allumage. Ceci est le temps entre le début de l'allumage et l'augmentation de pression par suite de la combustion.

Selon une variante de réalisation du procédé selon l'invention, celui-ci est caractérisé en ce que l'on ajoute en mélange au carburant un additif lubrifiant, en ce que le carburant présente une aptitude à la lubrification d'une valeur maximale d'environ 460 μm , en particulier comprise entre 200 et 400 μm , selon la méthode du test High-Frequency-Reciprocating-Rig.

Selon cette variante de réalisation, suite à l'addition d'un additif lubrifiant, on obtient une aptitude à la lubrification du carburant, qui permet l'utilisation de dispositifs de transfert de carburant classiques. On préfère alors les additifs lubrifiants du commerce, sachant que l'on peut utiliser pour déterminer l'aptitude lubrifiante une méthode de mesure connue pour les carburants diesel comme étant la méthode de test HFRR. L'acronyme HFRR signifie High Frequency Reciprocating Rig Test. Il faut renvoyer au fait que cette méthode de mesure doit être adaptée pour des combustibles à bas point d'ébullition. Par exemple, en cas d'utilisation du combustible qu'est le Straight-Run-Naphta avec une aptitude lubrifiante selon HFRR de 922 μm , dans le cas d'un mélange de 50 ppm d'additif lubrifiant, on peut obtenir une aptitude lubrifiante de 381 μm , faisant que l'utilisation

des dispositifs de transfert de carburants diesel classiques est possible. La capacité lubrifiante du carburant ne doit pas dépasser de façon significative une valeur d'environ 460 μm . en particulier, une valeur
5 d'aptitude à la lubrification comprise entre 200 et 400 μm étant préférée.

L'utilisation du carburant qu'est le Straight-Run-Naphta présente l'avantage que, pour les températures ambiantes froides, on ne risque pas de s'attendre à des
10 problèmes de transfert typiques pour le diesel. Pour, en plus, éviter d'avoir d'éventuels ratés d'allumage pour les températures froides, on ajoute de préférence par mélange un accélérateur d'allumage au carburant. Ainsi, d'éventuels ratés d'allumage lors de l'introduction de l'auto-allumage
15 ou pendant la combustion, sont minimisés ou exclus. De préférence, on ajoute par mélange au carburant du 2-éthyl-hexyl-nitrate comme accélérateur d'allumage.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, plus précisément, des gaz de combustion sont retenus dans
20 une chambre de combustion et/ou recyclés dans la chambre de combustion, en fonction des paramètres du moteur à combustion interne, en particulier en fonction de la charge, on fait varier la quantité de gaz d'échappement recyclé dans la chambre de combustion, et/ou retenu dans la
25 chambre de combustion, de manière à pouvoir régler la température de charge du cylindre. En plus, selon la présente invention, la quantité globale de combustible dans la chambre de combustion est également subdivisée en plusieurs quantités partielles en fonction de la charge, de
30 sorte que l'on obtient un auto-allumage de la charge du cylindre, à un moment donné. L'injection de la quantité globale de combustible pendant la course de compression peut être effectuée, sachant que, selon le point de charge du moteur à combustion interne, on injecte une partie de la
35 quantité de carburant, également dans la course d'aspiration. Le carburant est injecté au moyen d'un injecteur disposé dans la chambre de combustion, de

préférence directement dans la chambre de combustion, sachant qu'un autre injecteur disposé dans le tube d'aspiration peut être prévu pour injecter une quantité partielle de la quantité de carburant dans le tube d'aspiration. Ainsi, on comprend que le combustible est
5 directement injecté dans la chambre de combustion et/ou dans un tube d'aspiration. La quantité des injections partielles ainsi que le moment auquel on les effectue peuvent être commandés en fonction de la charge par un
10 dispositif de commande de sorte que l'on procède à un allumage par compression avec des émissions de gaz d'échappement réduites et une faible consommation.

Selon d'autres dispositions avantageuses, prises isolément ou en combinaison, de préférence :

15 - en fonction de paramètres du moteur à combustion interne, en particulier en fonction de la charge, la quantité globale de combustible est subdivisée en plusieurs quantités partielles, séparées,

20 - en fonction de paramètres du moteur à combustion interne, en particulier en fonction de la charge, la quantité globale de combustible est injectée sous forme de quantité injectée principale pendant la course de compression, puis une quantité d'injection d'allumage est injectée dans la plage du point mort haut.

25 - la quantité injectée principale fait de 80 à 90 % et la quantité injectée d'allumage fait de 10 à 20 % de la quantité globale de combustible,

30 - un allumage par compression de la charge de cylindre est induit sous la forme d'un jet d'allumage par la quantité injectée d'allumage,

- la charge de cylindre du moteur à combustion interne est allumée par un allumage externe commandé lors d'une phase initiale,

35 - la charge de cylindre du moteur à combustion interne est allumée par allumage externe commandé dans la plage des fortes charges.

Avec le procédé selon l'invention, on peut de plus éviter d'avoir une combustion incomplète de la charge, d'avoir des ratés, et avoir des augmentations de pression extrêmement vives, ce qui mène à une réduction des bruits produits lors de la combustion et diminue la sollicitation mécanique imposée au moteur.

Un exemple de réalisation de l'invention est représenté dans le dessin et va être explicité plus en détail dans la description ci-après.

La figure unique du dessin représente une vue en coupe schématique d'un moteur à combustion interne 1 selon l'invention, qui comprend des soupapes d'admission 2 pouvant être commandées selon un cycle variable, des soupapes d'échappement 3 et une installation d'injection 5 disposée dans une culasse 4, pour injecter le carburant 6 dans une chambre de combustion 7. La chambre de combustion 7 est limitée par la culasse 4 et un piston 9 disposé dans le bloc cylindre 8. la quantité de carburant 6 introduite dans la chambre de combustion 7 est réglée en fonction de la charge à un moment déterminé, selon les paramètres du moteur à combustion, ceci par une unité de commande 10.

En outre, le moteur à combustion interne présente un tube d'aspiration 11 et un tube de gaz d'échappement 12.

En variante, un injecteur 13 supplémentaire peut être prévu dans le tube d'aspiration 11 en cas d'agencement de l'installation d'injection 5 dans la culasse 4, sachant que l'injecteur 13 supplémentaire est disposé entre un clapet d'étranglement 14 disposé dans le tube d'aspiration 11 et la soupape d'admission 2.

Le moteur à combustion interne 1 peut de plus être suralimenté. De ce fait, il peut comprendre un dispositif de suralimentation non représenté, par exemple un turbo compresseur de suralimentation entraîné par les gaz d'échappement, avec un refroidisseur de l'air de suralimentation devant refroidir l'air de suralimentation. En plus, on peut prévoir un dispositif de recirculation des gaz d'échappement pour la recirculation extérieure des gaz

d'échappement, pour laquelle on prélève dans les gaz d'échappement du moteur à combustion interne 1 un écoulement partiel 15 et on l'amène dans le tube d'aspiration 11, par l'intermédiaire d'une soupape 16 commandée par l'unité de commande 10. En plus, on peut prévoir un échangeur de chaleur, non représenté, pour par exemple utiliser la chaleur existant dans le liquide de refroidissement du moteur à combustion interne 1 pour préchauffer l'air d'aspiration dans le tube d'aspiration 11.

En variante, en faisant appel à des soupapes d'admission et d'échappement à commande variable, on peut, en fonction d'un certain point de charge pendant un cycle, générer une quantité d'air aspiré déterminée et ainsi un rapport d'air λ déterminé. La commande de l'installation d'injection 5 se fait également en fonction de la charge pour fixer un point d'injection déterminé et une quantité d'injection déterminée. Dans le cas d'une injection multiple, on peut en plus régler ou faire varier l'ordre de succession et la durée des cycles de cadencement.

De même, le dispositif de suralimentation et le refroidissement d'air de suralimentation du moteur à combustion interne sont susceptibles d'être commandés pour régler une pression de suralimentation déterminée en fonction de la charge. Il en va de même également pour l'échangeur de chaleur à l'aide duquel on obtient une température déterminée de l'air aspiré. Enfin, le dispositif de recirculation des gaz d'échappement fournit une quantité déterminée des gaz d'échappement retournée dans la chambre de combustion. Du fait que la quantité et la température des gaz d'échappement restant dans la chambre de combustion 7 ou bien y retournant constituent des grandeurs d'influence essentielles pour la commande du processus de combustion, une recirculation précise extérieure des gaz d'échappement ou bien une retenue des gaz d'échappement par, l'intermédiaire d'une commande de variable des soupapes, peut être effectuée de préférence

avec des soupapes d'admission et d'échappement électromagnétiques ou électrohydrauliques.

Le moteur à combustion interne 1 travaille de préférence selon le procédé à quatre temps connu, avec une
5 course d'aspiration, une course de compression, une course de travail et une course d'échappement. Lors d'une première course, le moteur à combustion interne commence à aspirer de l'air neuf lorsque la soupape d'admission 2 est ouverte, pendant un cycle de changement de la charge. Le cas
10 échéant, on retient les gaz d'échappement dans la chambre de combustion 7. Lors du deuxième temps successif, l'air ayant été aspiré est comprimé alors que les soupapes sont fermées, sachant que pendant la compression, une partie de la quantité de carburant est injectée à titre d'injection
15 principale. Le moment de l'injection principale fait l'objet de variations selon la charge, sachant qu'également la quantité fait l'objet de variations selon la charge. Il est également envisageable que la quantité d'injection principale de carburant soit injectée en plusieurs
20 quantités partielles dans la chambre de combustion 7 de manière que par un mélange intense de carburant avec la charge neuve, et le cas échéant les gaz d'échappement ayant été retenus, on obtienne un mélange air/gaz d'échappement/combustible homogène et maigre. Le carburant
25 selon l'invention se vaporise très rapidement et à peu près complètement, du fait de la haute volatilité et peut de ce fait se mélanger de façon idéale à l'air dans les limites de la course de compression, de sorte qu'à l'intérieur du mélange, dans la chambre de combustion 7, on ne subira
30 aucune valeur extrême de l'indice d'air. Idéalement, un tel indice d'air λ devrait être réparti régulièrement dans le mélange à peu près homogène avec $\lambda > 1$. Du fait que le carburant ne présente pas une trop haute aptitude à l'allumage, il se comporte de façon inerte face à
35 l'allumage, jusqu'à la fin de la compression, vers le point mort haut pour injecter le reste de la quantité de carburant. De ce fait, le mélange présent, qui, par la

compression est la pré-oxydation de quelques fractions de carburant, a atteint la température nécessaire, est brûlé en faisant appel à un allumage par compression. Du fait d'avoir empêché d'avoir des valeurs d'indice d'air extrême, et d'avoir un taux d'homogénéisation élevé du mélange, on ne voit se produire aucune pointe de température dans la chambre de combustion 7 pendant la combustion homogène, ce qui conduit à de faibles émissions d'oxyde d'azote et à une faible tendance à l'émission de particules du fait du taux d'homogénéisation atteint. On obtient une combustion stable sans raté d'allumage, grâce à l'accélérateur d'allumage mélangé dans le carburant.

L'allumage par compression de la charge de cylindre est induit par une quantité injectée d'allumage ayant la forme d'un jet d'allumage. Le moment d'allumage peut par exemple alors être déterminé par le moment d'injection de la quantité injectée d'allumage et/ou, le cas échéant, par la quantité de gaz d'échappement présente dans la chambre de combustion. Au troisième temps, la puissance dégagée par la combustion est transmise par le piston 9 au moteur à combustion interne 1. Ensuite, au quatrième temps, il y a expulsion des gaz d'échappement alors que la soupape d'échappement 3 a été ouverte.

De préférence, au démarrage du moteur à combustion interne, on allume la charge du cylindre en utilisant un allumage extérieur commandé, jusqu'à ce que la chambre de combustion ou bien les gaz d'échappement aient atteint une température à laquelle les conditions d'un auto-allumage de la charge du cylindre sont fournies. En outre, lorsque l'on a des points de charge plus élevés, on préfère également faire appel à un allumage externe commandé, du fait que, dans la plage des charges élevées, avoir un auto-allumage incontrôlé de la charge de cylindre peut mener à de trop hautes augmentations de la pression. Par suite, une installation d'allumage, non représentée, pouvant être commandée par le dispositif de commande 10 et équipée d'une bougie d'allumage 17 par cylindre pour obtenir l'allumage

extérieur commandé du mélange air/carburant dans la phase de combustion interne 7, est prévue.

Un perfectionnement à préférer particulièrement de l'invention prévoit que les soupapes d'admission et d'échappement à commande variable soient commandées par le dispositif de commande 10, de manière que, en fonction des paramètres du moteur à combustion interne, le début ainsi que la durée de la combustion de la charge du cylindre soient déterminés par la quantité de gaz d'échappement ayant été retenu ou recyclé dans la chambre de combustion 7. Grâce aux soupapes d'admission et d'échappement à commande variable, lorsqu'on a un moteur à combustion interne à quatre temps, on peut réaliser ce que l'on appelle un "recyclage interne des gaz d'échappement". Les soupapes d'admission et d'échappement sont alors commandées par le dispositif de commande 10, de manière que les gaz d'échappement soient expulsés de la chambre de combustion 7 pour passer au canal d'échappement 12 par une soupape d'échappement 3 ayant été ouverte, puis qu'ils soient ré-aspirés dans la chambre de combustion 7 depuis le canal d'échappement 12.

Si, en variante, les gaz d'échappement sont recyclés dans la chambre de combustion 7, comme on le sait, on peut envisager, concernant les soupapes de recirculation des gaz d'échappement, beaucoup de variantes qui peuvent être utilisées pour le procédé selon l'invention. L'influence de la retenue des gaz d'échappement, ou bien de la recirculation des gaz d'échappement, ou bien des autres paramètres sur le processus de combustion, peut être mesurée en faisant appel à des capteurs appropriés, par exemple des capteurs de pression pour chambre de combustion.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne comportant :
des soupapes d'admission et d'échappement,
un dispositif de commande, et
5 un dispositif d'alimentation en carburant, en particulier une installation d'injection, caractérisé en ce que,
lors d'une étape du procédé, pour former un mélange air/carburant, on introduit un combustible ayant une plage
10 d'ébullition de 20° à 190°, et une aptitude à l'inflammation d'environ 25 à 40 CZ et de l'air neuf dans la chambre de combustion, et
lors d'une étape de procédé subséquente, on allume le mélange air/carburant.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise comme carburant un Straight-Run-Naphta.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on ajoute en mélange au carburant un additif lubrifiant, en ce que le carburant présente une aptitude à
20 la lubrification d'une valeur maximale d'environ 460 μm , en particulier comprise entre 200 et 400 μm , selon la méthode du test High-Frequency-Reciprocating-Rig.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on ajoute au carburant
25 un accélérateur d'allumage, en particulier du 2-éthyl-hexyl-nitrate.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que des gaz de combustion sont retenus dans une chambre de combustion et/ou recyclés
30 dans la chambre de combustion.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le combustible est directement injecté dans la chambre de combustion et/ou dans un tube d'aspiration.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, en fonction de paramètres du moteur à combustion interne, en particulier en fonction de la charge, la quantité globale de combustible est subdivisée en plusieurs quantités partielles, séparées.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, en fonction de paramètres du moteur à combustion interne, en particulier en fonction de la charge, la quantité globale de combustible est injectée sous forme de quantité injectée principale pendant la course de compression, puis une quantité d'injection d'allumage est injectée dans la plage du point mort haut.
9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la quantité injectée principale fait de 80 à 90 % et la quantité injectée d'allumage fait de 10 à 20 % de la quantité globale de combustible.
10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce qu'un allumage par compression de la charge de cylindre est induit sous la forme d'un jet d'allumage par la quantité injectée d'allumage.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la charge de cylindre du moteur à combustion interne est allumée par un allumage externe commandé lors d'une phase initiale.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce la charge de cylindre du moteur à combustion interne est allumée par allumage externe commandé dans la plage des fortes charges.

1/1

