

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 24.08.10.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.03.12 Bulletin 12/09.

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) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : PACILLY CHRISTOPHE et TRELLE
FREDERIC.

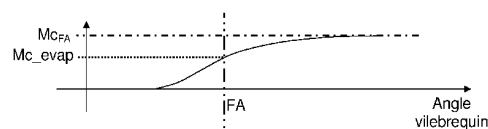
⑦3 Titulaire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : PSA PEUGEOT CITROEN.

⑤4 PROCÉDE D'ESTIMATION DE LA CHARGE EN AIR FRAIS D'UN MOTEUR THERMIQUE A INJECTION
DIRECTE.

⑤7 L'invention se rapporte à un procédé d'estimation de
la charge en air frais d'un moteur thermique à injection di-
recte comprenant au moins un cylindre contenant, à la fin
d'admission, un mélange comportant: de l'air frais; du car-
burant nouvellement injecté; et des gaz brûlés; le procédé
comportant: l'évaluation de la fraction évaporée de carbu-
rant du mélange à la fin d'admission; la détermination de la
température du mélange à la fin d'admission en fonction de
la masse d'air frais du mélange, et en se basant sur la frac-
tion évaporée de carburant précédemment évaluée; le cal-
cul de la masse d'air frais du mélange en se basant sur la
masse de gaz brûlé du mélange et en se basant sur la tem-
pérature du mélange précédemment déterminée en fonc-
tion de la masse d'air frais.

Ainsi l'invention permet l'obtention d'un procédé d'esti-
mation de la charge en air frais plus précis.



PROCEDE D'ESTIMATION DE LA CHARGE EN AIR FRAIS D'UN MOTEUR THERMIQUE A INJECTION DIRECTE

[0001] L'invention se rapporte à un procédé d'estimation de la charge en air frais d'un moteur thermique à injection directe. L'invention se rapporte en outre à un
5 véhicule automobile comportant un ordinateur de bord apte à mettre en œuvre le procédé d'estimation précédent.

[0002] Dans le domaine des véhicules automobiles à motorisation thermique, l'estimation des paramètres de la combustion de carburant dans le moteur est un enjeu crucial, notamment pour le respect des contraintes environnementales que ce
10 soit l'optimisation de la consommation en carburant ou la diminution du rejet de polluants dans l'atmosphère. Parmi les paramètres de la combustion figure la charge en air frais du moteur thermique. Différents procédés d'estimation de la charge en air frais ont été proposés pour être mis en œuvre par les ordinateurs de bord de véhicule automobile. Un tel procédé est notamment proposé par la
15 demande de brevet français n° 09 51 133 déposée par la Demanderesse.

[0003] Les procédés proposés par l'art antérieur ne sont cependant pas pleinement satisfaisants. Il existe toujours un besoin pour un procédé d'estimation de la charge en air plus précis.

[0004] Pour cela, l'invention propose un procédé d'estimation de la charge en air
20 frais d'un moteur thermique à injection directe comprenant au moins un cylindre, le cylindre contenant, à la fin d'admission de l'air frais dans le cylindre, un mélange comportant :

- de l'air frais ;
- du carburant nouvellement injecté et admis dans le cylindre ; et
- 25 • des gaz brûlés ;

le procédé comprenant

- l'évaluation de la fraction évaporée de carburant du mélange à la fin d'admission ;

- la détermination de la température du mélange à la fin d'admission en fonction de la masse d'air frais du mélange, et en se basant sur la fraction évaporée de carburant précédemment évaluée ;
- le calcul de la masse d'air frais du mélange en se basant sur la masse de gaz brûlés du mélange et en se basant sur la température du mélange précédemment déterminée en fonction de la masse d'air frais du mélange.

[0005] Selon une variante, l'évaluation de la fraction évaporée de carburant est réalisée à l'aide d'une cartographie prédéterminée en fonction du régime du moteur thermique à la fin d'admission.

- 10 [0006] Selon une variante, le moteur thermique comprend un vilebrequin, un piston mobile dans le cylindre et relié au vilebrequin, la cartographie étant en outre prédéterminée en fonction de l'angle de rotation parcouru par le vilebrequin entre la fin d'une phase d'injection de carburant et la fin d'admission de l'air frais dans le cylindre, dans lequel la fin de la phase d'injection de carburant pour la définition de
- 15 l'angle de rotation correspond à la fin de la phase d'injection précédent directement la fin d'admission.

[0007] Selon une variante, la température du mélange à la fin d'admission est déterminée par conservation de l'énergie thermique du système formé par le mélange.

- 20 [0008] Selon une variante, le calcul de la masse d'air frais présente dans le cylindre en fin d'admission est en outre réalisé en se basant sur la masse du carburant nouvellement injecté et admis dans le cylindre à la fin d'admission.

- [0009] Selon une variante, le calcul de la masse d'air frais présente dans le cylindre en fin d'admission se base sur la température du mélange par
- 25 l'intermédiaire de la loi des gaz parfaits.

[0010] Selon une variante, le moteur thermique à injection directe est un moteur à simple injection ou à double injection.

[0011] Selon une variante, le moteur thermique est un moteur essence.

[0012] Selon une variante, les gaz brûlés contenus dans le cylindre proviennent au moins en partie de la recirculation de gaz d'échappement du moteur thermique.

[0013] L'invention propose aussi un véhicule automobile comprenant :

- un moteur thermique à injection directe et muni d'au moins un cylindre ; et
- 5 • un ordinateur de bord apte à mettre en œuvre le procédé précédent.

[0014] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit des modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemple uniquement et en références aux dessins qui montrent :

- figure 1, un diagramme représentant l'ouverture de la soupape d'admission
10 d'un cylindre de moteur thermique en fonction de la position angulaire du vilebrequin du moteur thermique ;
- figures 2A et 2B, des diagrammes représentant les phases d'injection de carburant pour un cylindre de moteur thermique en fonction de la position angulaire du vilebrequin du moteur thermique selon que le moteur soit à injection simple ou
15 double ;
- figure 3, un diagramme représentant la quantité de carburant sous forme liquide dans le cylindre en fonction de la position angulaire du vilebrequin du moteur thermique ;
- figure 4, un diagramme représentant la quantité de carburant sous forme
20 gazeuse dans le cylindre en fonction de la position angulaire du vilebrequin du moteur thermique.

[0015] L'invention se rapporte à un procédé d'estimation de la charge en air frais d'un moteur thermique à injection directe. Le moteur thermique comprend classiquement au moins un cylindre. Au cours du cycle du moteur thermique, le
25 cylindre considéré est dit en fin d'admission d'air frais lorsque la soupape d'admission du cylindre vient de se fermer.

[0016] A la fin d'admission, le cylindre contient un mélange comportant de l'air frais, du carburant nouvellement injecté et admis dans le cylindre et des gaz brûlés. La charge en air frais du moteur thermique dépend directement de la quantité d'air
30 nouvellement admis dans le cylindre à la fermeture de la soupape d'admission.

Cette quantité d'air nouvellement admis dans le cylindre est exprimée dans la suite du document par la masse d'air frais du mélange à la fin d'admission.

[0017] Le procédé comprend l'évaluation du mélange à la fin d'admission. A cette étape, on obtient une valeur numérique de la fraction évaporée de carburant.

- 5 [0018] Le procédé comprend aussi la détermination de la température du mélange à la fin d'admission en fonction de la masse d'air frais du mélange, et en se basant sur la fraction évaporée de carburant précédemment évaluée. A cette étape du procédé la masse d'air frais est une grandeur encore inconnue, la masse d'air frais est une variable (notée M_a dans la suite de la description). Cela signifie qu'on ne connaît pas à ce stade la valeur numérique de M_a . Cette étape du procédé permet d'obtenir la température du mélange en fonction de M_a , en utilisant la valeur numérique de la fraction évaporée de carburant précédemment estimée. A des fins de clarté de la description, l'expression "la détermination, *d'une grandeur* en fonction d'*une variable*" correspond à la détermination d'une relation fonctionnelle
- 10 entre la grandeur et la variable, c'est-à-dire ici une relation fonctionnelle entre la température du mélange à la fin d'admission et la masse d'air frais.
- 15

- [0019] Ensuite en se basant sur la température du mélange précédemment déterminée en fonction de la masse d'air frais et en se basant sur la masse de gaz brûlé du mélange, la masse d'air frais du mélange est calculée. La masse de gaz brûlés du mélange à fin d'admission est un paramètre dont la détermination d'une valeur numérique est connue en soi. A des fins de clarté de la description, l'expression "le calcul ou la détermination *d'une grandeur* en se basant sur *un paramètre*" correspond au calcul ou la détermination d'une valeur numérique de la grandeur à partir dudit paramètre.
- 20

- 25 [0020] Le calcul de la fraction évaporée du carburant nouvellement injecté et admis dans le cylindre dépend de paramètres d'injection tel l'importance du décalage dans le cycle moteur entre la fin de l'injection et la fin d'admission pour un cylindre. Ainsi l'estimation de la masse d'air proposée prend en compte l'influence des paramètres d'injection ce qui entraîne une amélioration de la précision du calcul
- 30 de la masse d'air frais. En définitive l'invention permet l'obtention d'un procédé d'estimation de la charge en air plus précis.

[0021] L'invention se rapporte en outre à un véhicule automobile comprenant un moteur thermique à injection directe. Le moteur thermique est muni classiquement d'un vilebrequin, d'au moins un piston relié au vilebrequin, le piston étant mobile dans un des cylindres du moteur thermique. Le moteur thermique comprend de
5 préférence de 3 à 6 cylindres.

[0022] Le véhicule automobile comprend en outre un ordinateur de bord, l'ordinateur de bord étant apte à mettre en œuvre le procédé précédent pour l'estimation de la charge d'air frais. Le procédé proposé s'applique avantageusement à un moteur thermique essence par exemple du type E10 et
10 SP98 ou encore du type Flex Fuel E85 et E100.

[0023] Le procédé s'applique aussi aux moteurs thermiques suralimentés et atmosphériques, aux moteurs avec ou sans déphaseur d'arbre à cames à l'admission ou à l'échappement.

[0024] Le procédé s'applique encore aux moteurs thermiques incluant une
15 recirculation extérieure à la chambre de combustion des gaz d'échappement (de l'anglais *Exhaus Gas Recirculation*, abrégé en EGR). Dans ce mode de réalisation les gaz brûlés contenus dans le cylindre à la fin d'admission proviennent au moins en partie de la recirculation de gaz d'échappement du moteur thermique. De façon similaire le procédé s'applique aux moteurs thermiques incluant une fonctionnalité
20 d'injection d'air à l'échappement (abrégé en IAE).

[0025] Dans la suite du document, l'invention est décrite en référence à un seul des cylindres du moteur thermique sans préjudice de l'application du procédé à d'autres cylindres du moteur thermique.

[0026] Les différentes phases du cylindre dans le cycle du moteur thermique
25 peuvent être exprimées en fonction de la position angulaire du vilebrequin du moteur thermique. Ainsi le diagramme de la figure 1 représente l'ouverture et la fermeture de la soupape d'admission du cylindre considéré en fonction de la position angulaire du vilebrequin du moteur thermique. Selon cette figure 1, il est considéré par convention que la soupape d'admission est fermée lorsque la
30 distance d'ouverture (ou levée) de la soupape d'admission par rapport au cylindre

est inférieure ou égale à 0,5 mm. Cette ouverture de 0,5mm correspond ainsi au moment de la fin d'admission, l'angle vilebrequin au moment de la fin d'admission est noté FA dans l'ensemble des figures et la suite de la description. Avant FA, le cylindre est en phase d'admission, la soupape d'admission s'ouvre et se referme.

- 5 Au moment FA, le cylindre contient le mélange précédemment décrit avec du carburant nouvellement injecté et admis dans le cylindre. Après FA le cylindre est en phase de compression, le piston mobile dans le cylindre remonte et comprime le mélange à brûler.

- [0027] Le moteur thermique peut être un moteur à simple injection ou double injection. Pour un moteur thermique à simple injection, le carburant est injecté en un seul coup et ce pendant la phase d'admission du moteur. Le diagramme de la figure 2A représente la phase d'injection de carburant pour le cylindre en fonction de la position angulaire du vilebrequin du moteur thermique, lorsque le moteur thermique est simple injection. L'anagramme SOI (de l'anglais *Start Of Injection*) correspond à l'angle vilebrequin de début d'injection. L'anagramme EOI (de l'anglais *End Of Injection*) correspond à l'angle vilebrequin de fin d'injection. L'angle de rotation parcouru par le vilebrequin entre la fin de la phase d'injection de carburant et la fin d'admission de l'air frais dans le cylindre est $\Delta = FA - EOI$.

- [0028] Pour un moteur thermique à double injection, le carburant est injecté en deux coups, une première injection pendant la phase d'admission et une seconde pendant la phase de compression. Le diagramme de la figure 2B représente les phases d'injection de carburant pour le cylindre en fonction de la position angulaire du vilebrequin du moteur thermique, lorsque le moteur thermique est à double injection. L'anagramme SOI1 correspond à l'angle vilebrequin de début d'injection pour la première phase d'injection. L'anagramme EOI1 correspond à l'angle vilebrequin de fin d'injection de la première phase d'injection. Les anagrammes SOI2 et EO2 correspondent respectivement au début et à la fin de la deuxième phase d'injection. M1 et M2 correspondent respectivement à la masse de carburant injecté pendant la phase de première injection et pendant la phase de deuxième injection. La deuxième phase d'injection a lieu pendant la phase de compression après FA. La première phase d'injection a lieu pendant la phase d'admission avant FA. Ainsi la fin de la première phase d'injection précède directement la fin

d'admission, alors que la fin de la deuxième phase d'injection précède indirectement la fin d'admission, c'est-à-dire que la fin de la deuxième phase d'injection est séparée de la prochaine fin d'admission par la première phase d'injection qui suit. L'angle de rotation parcouru par le vilebrequin entre la fin de la première phase d'injection de carburant et la fin d'admission de l'air frais dans le cylindre est $\Delta = \text{FA} - \text{EOI} 1$.

[0029] Δ , M1 et M2 sont des paramètres d'injection du cylindre et donc des paramètres d'injection du moteur thermique.

[0030] La suite de la description détaille des équations du moteur thermique et la résolution d'un système d'équations en relation avec un mode de réalisation particulier du procédé d'estimation proposé.

[0031] La température du mélange à la fin d'admission (notée $T_{\text{mélange}}$) peut être obtenue par un calcul de mélange enthalpique entre la masse de gaz brûlé, de gaz frais et de carburant. En posant l'hypothèse que la chambre de combustion est adiabatique, on obtient, par conservation de l'énergie thermique formé par le mélange dans le cylindre, que le bilan enthalpique de chacune des espèces composant le mélange est nul :

$$\sum_i Q_i = 0 ; \text{ soit}$$

$$Q_a + Q_b + Q_c - Q_{\text{évaporation}} = 0 ; \text{ avec}$$

- Q_a est la variation de l'enthalpie de l'air frais du mélange liée à la variation de température de l'air entre l'admission de l'air et la fin d'admission ;
- Q_b est la variation de l'enthalpie des gaz brûlés liée à la variation de température des gaz brûlés jusqu'à la fin d'admission ;
- Q_c est la variation de l'enthalpie du carburant liée à la variation de température du carburant entre l'injection de ce carburant dans le cylindre et la fin d'admission. ;
- $Q_{\text{évaporation}}$ est la variation d'enthalpie liée au changement d'état du carburant pendant la phase d'admission, le carburant s'évaporant dans le cylindre

en passant d'une phase liquide à une phase gazeuse du fait des conditions thermodynamique du mélange.

[0032] On peut calculer l'énergie thermique consommée pour l'évaporation du carburant $Q_{\text{évaporation}}$ à l'aide de l'équation suivante :

$$5 \quad Q_{\text{évaporation}} = M_{c_evap} \times L_{vc} : \text{où}$$

- M_{c_evap} est la masse de carburant évaporée pendant la phase d'admission au moment de la fin d'admission ;
- L_{vc} est la chaleur latente d'évaporation du carburant.

10 [0033] Le calcul de l'énergie thermique consommée pour l'évaporation du carburant du mélange à la fin d'admission (c'est-à-dire $Q_{\text{évaporation}}$) passe alors par le calcul préalable de M_{c_evap} .

15 [0034] Le diagramme de la figure 3 représente la quantité de carburant sous forme liquide dans le cylindre en fonction de la position angulaire du vilebrequin du moteur thermique. Ce diagramme de la figure 3 est à comparer au diagramme de la figure 4 qui représente la quantité de carburant sous forme gazeuse dans le cylindre en fonction de la position angulaire du vilebrequin du moteur thermique.

20 [0035] M_{c_evap} est liée à la fraction évaporée (notée E_{evap}) de masse de carburant injectée à la fin d'admission selon l'égalité $M_{c_evap} = M_{c_{FA}} \times E_{evap}$. $M_{c_{FA}}$ correspond à la masse de carburant nouvellement injectée et admise à la fin d'admission (dans le cas d'une injection simple $M_{c_{FA}}$ est la masse totale de carburant à injecter alors que dans le cas d'une injection double $M_{c_{FA}}$ est égale à M_1).

[0036] E_{evap} est évaluée à l'aide d'une cartographie prédéterminée en fonction de :

- 25
- la différence angulaire entre l'angle vilebrequin de fin de l'injection (EOI) et l'angle de fermeture de la soupape (FA), précédemment défini comme Δ ; et
 - du régime moteur (noté classiquement N).

[0037] Ainsi la détermination de l'énergie thermique d'évaporation peut être réalisée par l'évaluation de la fraction évaporée de carburant selon la cartographie

de E1 prédéterminée en fonction du régime du moteur thermique à la fin d'admission et/ou prédéterminée en fonction de l'angle Δ de rotation parcouru par le vilebrequin entre la fin de la phase d'injection de carburant et la fin d'admission de l'air frais dans le cylindre.

- 5 [0038] Les variations d'enthalpie liées aux variations de température des espèces contenues dans le mélange peuvent s'exprimer de la manière générique suivante :

$$Q_i = M_i \times C_{p_i} \times (T_{\text{finale}} - T_{\text{initiale}})$$

- M_i est respectivement M_a , M_b , M_{cFA} , c'est-à-dire respectivement la masse d'air frais (qui est encore une grandeur inconnue, une variable), la masse de gaz brûlés, la masse de carburant à la fin d'admission ;
- C_{p_i} est respectivement C_{pa} , C_{pb} , C_{pc} , c'est-à-dire respectivement la capacité calorifique massique à pression constante de l'air frais, des gaz brûlés et du carburant ;
- T_{initiale} est respectivement T_a , T_b , T_c , c'est-à-dire respectivement la température de l'air frais, la température des gaz brûlés et la température du carburant dans le rail d'injection ;
- T_{finale} correspond à $T_{\text{mélange}}$ c'est-à-dire à la température du mélange à la fin d'admission ;

- 20 [0039] A partir du bilan enthalpique, $T_{\text{mélange}}$ peut s'écrire de la manière suivante :

$$T_{\text{mélange}} = \frac{M_a \times c_{pa} \times T_a + M_b \times c_{pb} \times T_b + M_{c_{FA}} \times c_{pc} \times T_c - L_{vc} \times M_{c_{\text{evap}}}}{M_a \times c_{pa} + M_b \times c_{pb} + M_{c_{FA}} \times c_{pc}}$$

- [0040] En définitive $T_{\text{mélange}}$ peut être déterminée en fonction de la masse d'air frais M_a et en se basant sur E_{evap} selon la formule :

$$T_{\text{mélange}} = \frac{M_a \times c_{pa} \times T_a + M_b \times c_{pb} \times T_b + M_{c_{FA}} \times (c_{pc} \times T_c - L_{vc} \times E_{\text{evap}})}{M_a \times c_{pa} + M_b \times c_{pb} + M_{c_{FA}} \times c_{pc}}$$

- 25 [0041] Une telle formule de $T_{\text{mélange}}$ est plus élaborée qu'une formule obtenue à partir d'un bilan enthalpique incomplet qui ne prend pas en compte l'énergie

thermique pour l'évaporation du carburant. Un tel bilan enthalpique incomplet aboutit à l'équation suivante :

$$T_{\text{mélange}} = \frac{M_a \times c_{pa} \times T_a + M_b \times c_{pb} \times T_b}{M_a \times c_{pa} + M_b \times c_{pb}}$$

[0042] Or la masse de carburant évaporée a une influence sur le remplissage en air frais du moteur par la modification de la température de mélange, le procédé proposé est donc plus précis.

[0043] On procède ensuite au calcul de la masse d'air frais du mélange par l'intermédiaire de l'équation :

$$M_a = M_{\text{tot}} - M_b ; \text{ où }$$

- M_a est la masse d'air frais dans le cylindre à la fin de l'admission ;
- M_{tot} est la masse totale de gaz dans le cylindre à la fin de l'admission ;
- M_b est la masse de gaz brûlée dans le cylindre à la fin de l'admission.

[0044] Pour une plus grande précision, le procédé peut prendre en compte dans le calcul de la masse la présence de la masse de carburant nouvellement injecté et admis dans le cylindre à la fin d'admission ($M_{c_{FA}}$). On corrige ainsi l'équation précédente en $M_a = M_{\text{tot}} - M_b - M_{c_{FA}}$. Ainsi l'étape de calcul de la masse d'air frais présente dans le cylindre en fin d'admission est en outre réalisée en se basant sur la masse du carburant nouvellement injecté et admis dans le cylindre à la fin d'admission.

[0045] La masse totale de gaz : « M_{tot} », peut être exprimée en fonction de la température en fin d'admission ($T_{\text{mélange}}$) par l'intermédiaire de la loi des gaz parfaits. Ainsi la loi des gaz parfaits, une fois corrigée en température donne :

$$M_{\text{tot}} = \frac{(A_{ADM} \times P_{ADM}) \times V_{cyl_FA}}{(r \times T_{\text{mélange}})^n} \text{ où}$$

- P_{ADM} est la pression admission ;
- V_{cyl_FA} est le volume de chambre calculé à la fermeture soupape admission (en fin d'admission) ;

- $A_{ADM} = A_{ADM_ATMO} + k_{ATMO_TURBO} \times (A_{ADM_TURBO} - A_{ADM_ATMO})$ où
 - A_{ADM_ATMO} est une cartographie qui est fonction de FA et du régime moteur (N),
 - A_{ADM_TURBO} est une cartographie qui est fonction de FA et du régime

5

$$○ \quad k_{ATMO_TURBO} = \max \left(0 ; \min \left(1 ; \frac{P_{ADM} - f_A(N) \times \frac{P_{ATMO}}{P_0}}{f_B(N) \times \frac{P_{ATMO}}{P_0}} \right) \right) \text{ où}$$

- P_{ATMO} est la pression atmosphérique
- P_0 est la pression aux conditions normales de température et de pression (en abrégé CNTP) avec $P_0 = 10^5$ Pa)
- $f_A(N)$ est une cartographie qui est fonction du régime moteur (N) et de FA
- $f_B(N)$ est une cartographie qui est fonction du régime moteur (N).

10

[0046] On calcule alors Ma en se basant sur la masse de gaz brûlé (Mb) du mélange et en se basant sur la température du mélange déterminée en fonction de la masse d'air frais Ma, en résolvant du système suivant :

15

$$\left\{ \begin{array}{l} Ma = \frac{(A_{ADM} \times P_{ADM}) \times V_{cyl_FA}}{(r \times T_{mélange})^n} - Mb - Mc_{FA} \\ T_{mélange} = \frac{Ma \times c_{pa} \times Ta + Mb \times c_{pb} \times Tb + Mc_{FA} \times (c_{pc} \times Tc - L_{vc} \times E_{evap})}{Ma \times c_{pa} + Mb \times c_{pb} + Mc_{FA} \times c_{pc}} \end{array} \right.$$

[0047] Du calcul de la masse d'air frais on peut déduire, le remplissage en air frais dans le cylindre (noté rempl_cyl) de la manière suivante :

$$\text{rempl_cyl} = \frac{Ma}{Mo} \text{ où}$$

20

- Mo est une masse de référence prise aux CNTP avec $T_0 = 20^\circ\text{C}$, $P_0 = 10^5$ Pa.

[0048] Enfin on peut estimer le remplissage en air frais total du moteur (c'est-à-dire la charge en air frais du moteur que l'on cherche à estimer) par la formule suivante :

$$rempl_tot = rempl_cyl + \frac{M_{bal}}{M_o} ; \text{ où}$$

- rempl_tot est le remplissage en air frais total, la charge en air frais du moteur ;
 - rempl_cyl est le remplissage en air frais dans le cylindre du moteur thermique ;
- 5 • Mbal est la masse de gaz balayée de l'admission du cylindre vers l'échappement du cylindre.

[0049] La masse de carburant évaporée a une influence sur le remplissage en air frais du moteur car la modification de la température de mélange modifie la masse totale admise. La prise en compte de l'évaporation du carburant rend donc le

10 procédé d'estimation plus précis notamment par la prise en compte de l'influence des paramètres d'injection (tel que Δ par l'intermédiaire de EOI ou EO1 dans le calcul de Mc_evap, ou tel que M1).

REVENDICATIONS

1. Un procédé d'estimation de la charge en air frais d'un moteur thermique à injection directe comprenant au moins un cylindre, le cylindre contenant, à la fin d'admission d'air frais dans le cylindre, un mélange comportant :

 - de l'air frais ;
 - du carburant nouvellement injecté et admis dans le cylindre ; et
 - des gaz brûlés ;

le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend :
- l'évaluation de la fraction évaporée de carburant du mélange à la fin d'admission ;
 - la détermination de la température du mélange à la fin d'admission en fonction de la masse d'air frais du mélange, et en se basant sur la fraction évaporée de carburant précédemment évaluée ;
 - le calcul de la masse d'air frais du mélange en se basant sur la masse de gaz brûlés du mélange et en se basant sur la température du mélange précédemment déterminée en fonction de la masse d'air frais du mélange.
2. Le procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'évaluation de la fraction évaporée de carburant est réalisée à l'aide d'une cartographie prédéterminée en fonction du régime du moteur thermique à la fin d'admission.
3. Le procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que le moteur thermique comprend un vilebrequin, un piston mobile dans le cylindre et relié au vilebrequin, la cartographie étant en outre prédéterminée en fonction de l'angle de rotation parcouru par le vilebrequin entre la fin d'une phase d'injection de carburant et la fin d'admission d'air frais dans le cylindre, dans lequel la fin de la phase d'injection de carburant pour la définition de l'angle de rotation correspond à la fin de la phase d'injection précédent directement la fin d'admission.
4. Le procédé selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la température du mélange à la fin d'admission est déterminée par conservation de l'énergie thermique du système formé par le mélange.
5. Le procédé selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que le calcul de la masse d'air frais présente dans le cylindre en fin d'admission est en

autre réalisé en se basant sur la masse du carburant nouvellement injecté et admis dans le cylindre à la fin d'admission.

5 **6.** Le procédé selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que le calcul de la masse d'air frais présente dans le cylindre en fin d'admission se base sur la température du mélange par l'intermédiaire de la loi des gaz parfaits.

7. Le procédé selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que le moteur thermique à injection directe est un moteur à simple injection ou à double injection.

10 **8.** Le procédé selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que le moteur thermique est un moteur essence.

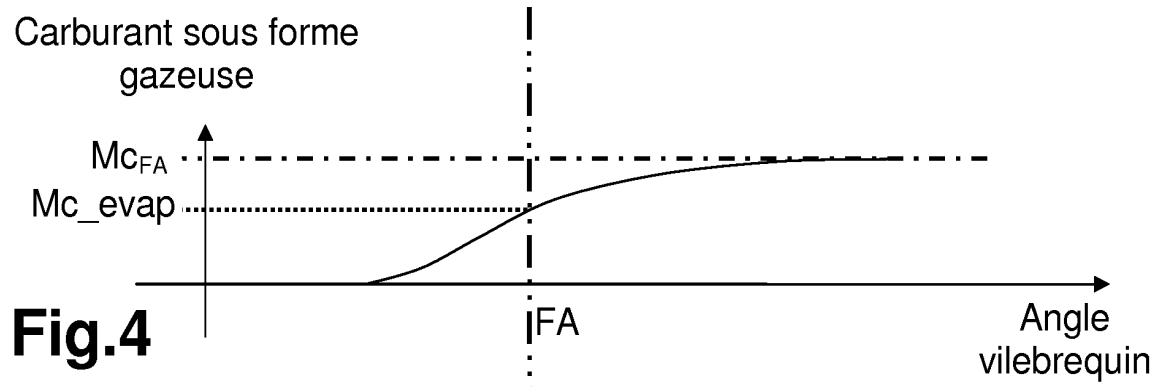
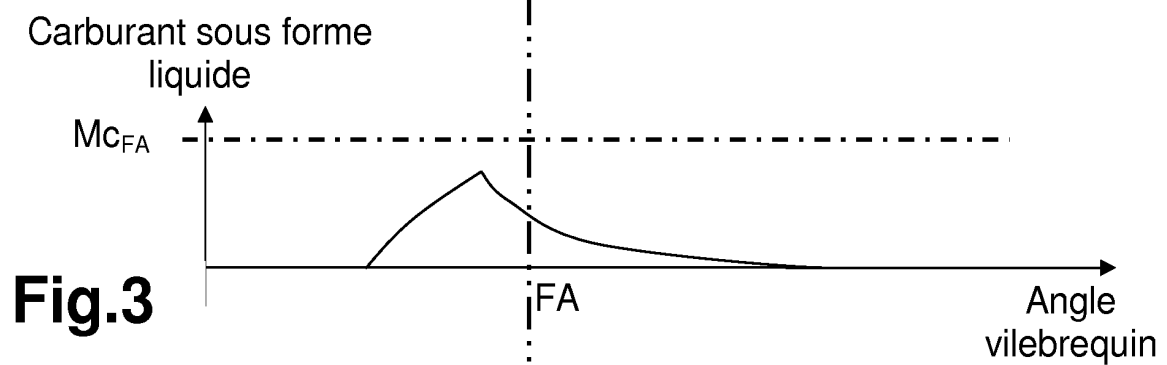
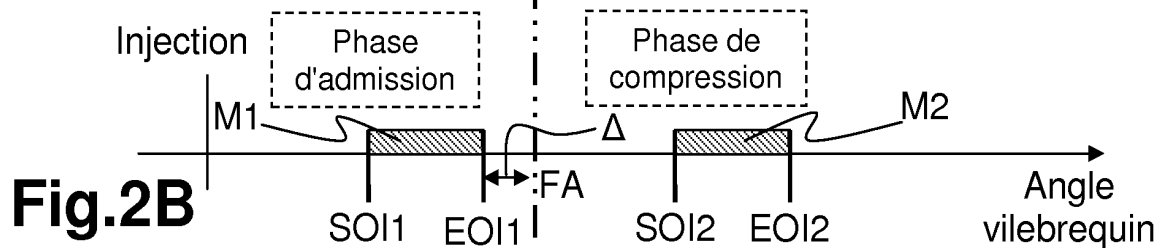
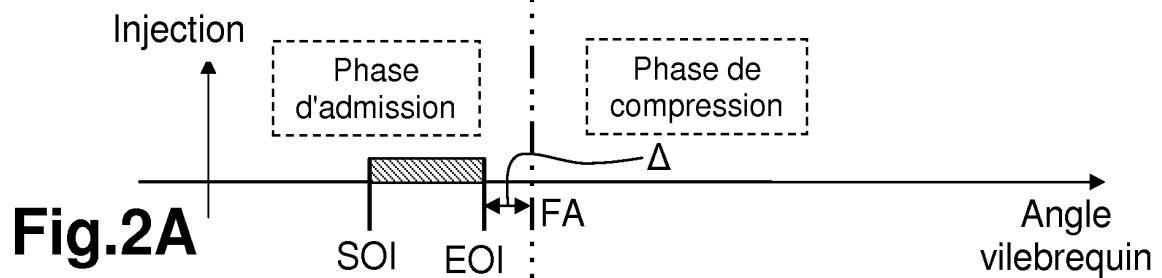
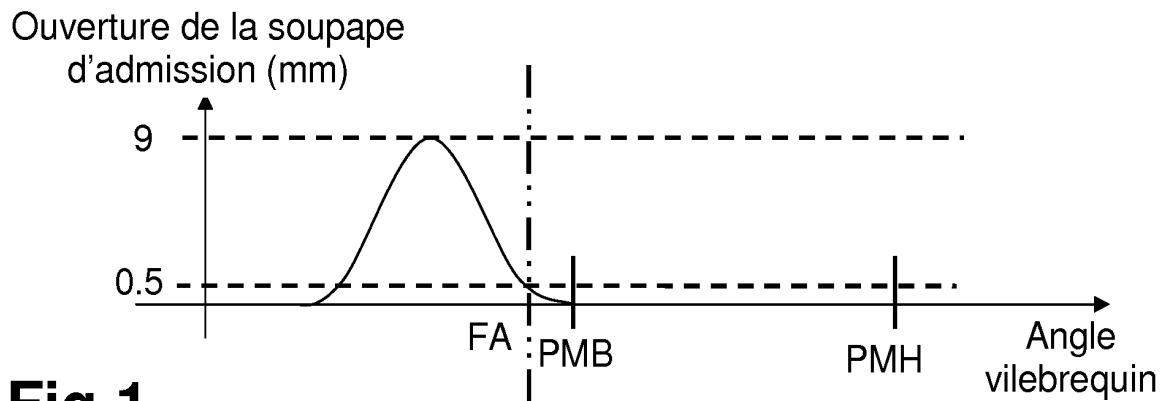
9. Le procédé selon l'une des revendications 1 à 8 caractérisé en ce que les gaz brûlés contenus dans le cylindre proviennent au moins en partie de la recirculation de gaz d'échappement du moteur thermique.

10. Un véhicule automobile comprenant :

- 15 • un moteur thermique à injection directe et muni d'au moins un cylindre ; et
- un ordinateur de bord ;

le véhicule automobile étant caractérisé en ce que l'ordinateur de bord est apte à mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 9.

1/1





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 739823
FR 1056716

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		
Y	DE 102 13 138 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28 mai 2003 (2003-05-28)	1,2,4-10	F02B77/08
A	* alinéas [0011] - [0015]; figure 4 *	3	
Y	MLADEK M ET AL: "A Model for the Estimation of Inducted Air Mass and the Residual Gas Fraction usng Cylinder Pressure Measurements", SAE TECHNICAL PAPER SERIES, SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS, WARRENDALE, PA, US, no. 2000-01-0958, 6 mars 2000 (2000-03-06) , pages I-II,1, XP002337522, ISSN: 0148-7191	1,2,4-10	
A	* page 5, ligne 4-19 *	3	
A	FR 2 927 368 A1 (RENAULT SAS [FR]) 14 août 2009 (2009-08-14) * page 9, ligne 28 - page 15, ligne 3 *	1-10	
A	DE 10 2004 049737 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 22 juin 2006 (2006-06-22) * alinéas [0024] - [0032] *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	FR 2 894 616 A1 (RENAULT SAS [FR]) 15 juin 2007 (2007-06-15) * page 2, ligne 34 - page 3, ligne 33 *	1-10	F02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 avril 2011		Blasco, José Luis	
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 1056716 FA 739823**

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 **14-04-2011**

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
DE 10213138	A1	28-05-2003	AUCUN	

FR 2927368	A1	14-08-2009	AUCUN	

DE 102004049737	A1	22-06-2006	AUCUN	

FR 2894616	A1	15-06-2007	AUCUN	
