



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
07.11.2012 Bulletin 2012/45

(51) Int Cl.:
F02B 77/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **12305325.8**

(22) Date de dépôt: **20.03.2012**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(71) Demandeur: **Renault S.A.S.**
92100 Boulogne-Billancourt (FR)

(72) Inventeurs:
• **Radenac, Erwan**
78730 ROCHEFORT EN YVELINES (FR)
• **Brochet, Alexis**
92100 Boulogne Billancourt (FR)
• **Durand, Julien**
92120 Montrouge (FR)

(30) Priorité: **06.05.2011 FR 1153898**

(54) **Procedé d'estimation de la dilution du carburant dans l'huile d'un moteur à combustion interne**

(57) Procédé d'estimation du taux de dilution de carburant dans l'huile d'un moteur (1) à combustion interne équipé d'un dispositif de traitement (3) des gaz de combustion nécessitant des phases de régénération par post-injection de carburant, selon lequel on estime le taux de dilution (C) en fonction du mode de fonctionnement du moteur, caractérisé en ce que, en dehors des phases

de régénération, la variation du taux de dilution (dC) à chaque instant est calculée à partir d'un ensemble de paramètres comprenant au moins :

- une valeur représentative de la température d'évaporation (T) du carburant dilué dans l'huile du moteur, et
- le temps (t) écoulé depuis la fin de la dernière phase de régénération.

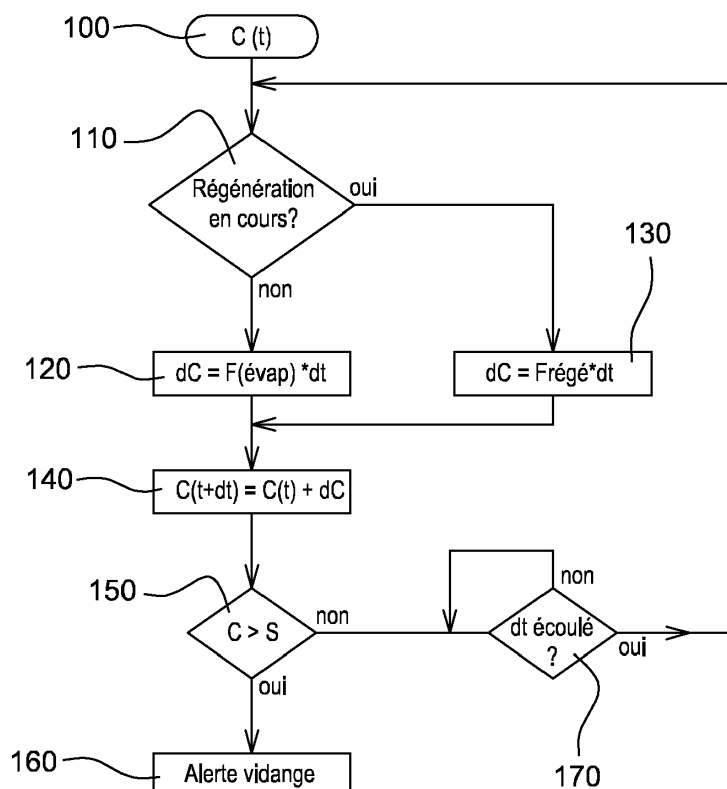


Fig. 3

Description

[0001] L'invention concerne un procédé d'estimation de la dilution du carburant dans l'huile d'un moteur à combustion interne, plus particulièrement d'un moteur équipé d'un dispositif de traitement des émissions polluantes, qui est régénéré périodiquement par post-injection de carburant dans les cylindres du moteur. Elle permet de déterminer avec précision l'intervalle de vidange du moteur lorsqu'un seuil de dilution du carburant dans l'huile est atteint.

[0002] De nombreux moteurs modernes sont équipés de dispositifs de traitement des gaz d'échappement, qui fonctionnent de manière séquentielle. La plupart des moteurs diesel, par exemple, sont équipés d'un filtre à particules. En fonctionnement normal, ces dispositifs piègent les polluants mais ne les traitent pas. Périodiquement, lorsqu'un paramètre représentatif de la quantité de polluants accumulés, par exemple la chute de pression dans le dispositif, atteint une valeur prédéfinie, une phase dite de régénération est déclenchée par un calculateur du moteur, au cours de laquelle les réglages du moteur sont modifiés pour traiter et éliminer les polluants.

[0003] De manière connue, la régénération est généralement obtenue grâce à un apport de carburant dans le dispositif, par exemple par post-injection dans les cylindres du moteur. Des quantités de carburant sont injectées dans chaque cylindre assez longtemps après le point mort haut de combustion du cylindre pour qu'elles ne participent pas à la combustion. Ces quantités de carburant sont évacuées du moteur, lors du temps d'échappement du cylindre considéré, vers le dispositif de traitement des gaz pour le régénérer, c'est-à-dire pour le purger des polluants accumulés.

[0004] Toutefois, une fraction du carburant injecté lors des phases de régénération pénètre dans l'huile, notamment à travers les interstices entre le carter-cylindres et les pistons, et elle se dilue dans l'huile. La dilution, c'est-à-dire le taux de carburant contenu dans l'huile, augmente ainsi à chaque fois qu'une phase de régénération est déclenchée.

[0005] Entre deux phases de régénérations consécutives, la dilution baisse sous l'effet de l'évaporation d'une partie du carburant dilué depuis la fin de la dernière régénération qui a eu lieu. La dilution subit donc des phases alternées d'augmentation et de diminution, et globalement, à long terme, elle finit par augmenter à un point tel que les propriétés lubrifiantes de l'huile sont dégradées et que la fiabilité du moteur est menacée. Il est donc important de pouvoir estimer l'évolution de la dilution d'un tel moteur, afin de remplacer son huile lorsqu'un seuil maximal de dilution est atteint.

[0006] On connaît plusieurs méthodes qui visent à estimer la dilution du carburant dans l'huile, pendant et entre les phases de régénération.

[0007] La publication FR2860830, par exemple, divulgue un procédé de commande autorisant la régénération d'un filtre à particules quand l'estimation de la dilution est inférieure à un seuil prédéterminé. Dans ce procédé, la variation dans le temps du taux de dilution est évaluée par une première fonction représentative de l'évaporation du carburant lorsqu'aucune régénération n'est en cours, et par une deuxième fonction lorsqu'une régénération est en cours, grâce à des cartographies qui sont des fonctions du régime de rotation et de la charge du moteur.

[0008] La publication FR2860830 divulgue un procédé de commande visant à améliorer l'estimation de la baisse de la dilution entre deux phases de régénérations, par lequel on limite le taux inférieur de dilution à un seuil qui est une fraction du taux de dilution estimé à la fin d'une phase de régénération, par exemple une fraction de la moyenne des valeurs maximales du taux de dilution atteintes sur un nombre prédéfini de régénérations précédentes.

[0009] Ces méthodes permettent d'estimer correctement l'augmentation de la dilution du carburant dans l'huile pendant les phases de régénération, mais elles manquent de précision en ce qui concerne la baisse de la dilution entre deux phases de régénération, car elles ne tiennent pas compte du temps écoulé depuis la fin de la dernière phase de régénération. Or, la vitesse d'évaporation du carburant évolue dans le temps, à cause du changement progressif de composition du carburant dilué dans l'huile. Les composés hydrocarbures légers du carburant s'évaporent en premier. Progressivement, le pourcentage de composés lourds et peu volatils contenus dans le carburant augmente, et la vitesse d'évaporation diminue. Les modèles existants faussent donc l'estimation de l'évaporation entre deux régénérations. Ils peuvent conduire à sous-estimer la dilution, ce qui entraîne un risque de fiabilité pour le moteur, ou à la surestimer, ce qui conduit à vidanger le moteur plus tôt que nécessaire et donc à augmenter inutilement son coût d'entretien.

[0010] L'invention vise à remédier aux défauts des procédés connus, en proposant un procédé d'estimation de la variation de la dilution plus précis entre deux phases de régénérations. Elle propose pour cela de calculer la variation de l'évaporation du carburant entre deux instants voisins selon une loi cinétique d'ordre 1, en tenant compte du temps écoulé depuis la fin de la dernière régénération.

[0011] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront clairement à la lecture d'un mode de réalisation non limitatif de celle-ci, en se reportant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement un moteur à combustion interne équipé d'un dispositif de traitement des gaz d'échappement, apte à la mise en oeuvre du procédé selon l'invention,
- la figure 2 représente l'évolution temporelle de la dilution du carburant dans l'huile d'un tel moteur, et
- la figure 3 représente le logigramme du procédé d'estimation de la dilution du carburant dans l'huile selon l'invention.

[0012] La figure 1 représente un moteur à combustion interne 1, par exemple un moteur diesel, dont un seul cylindre

a été dessiné en coupe. Le moteur 1 est suralimenté par un turbocompresseur 2, et ses gaz d'échappement sont traités par un dispositif de traitement 3 des gaz d'échappement.

[0013] Le moteur 1 est alimenté en air par un circuit d'air comprenant une prise d'air 4, un compresseur 5 du turbocompresseur 2, et un conduit d'admission 6 dont une extrémité débouche dans une chambre de combustion 7 du moteur. La chambre 7 reçoit au moins un injecteur 8, qui injecte du carburant, par exemple du gazole, dans la chambre 7 pour sa combustion avec l'air.

[0014] Les gaz d'échappement produits par la combustion dans la chambre 7 sont évacués vers une turbine 9 du turbocompresseur 2 par l'intermédiaire d'un collecteur d'échappement 10. Les gaz traversent la turbine 9, un conduit d'échappement 11, et le dispositif de traitement 3. Ils sont finalement évacués vers l'atmosphère extérieure par un pot d'échappement 12.

[0015] Le dispositif de traitement 3 comprend par exemple, à l'intérieur d'une même enveloppe extérieure, un catalyseur qui oxyde de manière continue certains polluants (hydrocarbures imbrûlés HC et monoxyde de carbone CO) présents dans les gaz d'échappement, et un filtre à particules qui permet de stocker les suies émises par le moteur 1, et de les brûler quand une masse prédéterminée est atteinte. Deux capteurs de pression 13 et 14 sont implantés respectivement à l'entrée et à la sortie du dispositif de traitement 3. La chute de pression entre l'entrée et la sortie du dispositif de traitement 3 permet d'évaluer indirectement la masse de suies stockées dans le dispositif de traitement 3, plus précisément dans son filtre à particules.

[0016] De manière connue, le fonctionnement du moteur 1 est piloté par un calculateur 15 relié à un certain nombre de capteurs, comprenant au moins les capteurs de pression 13 et 14, et à un certain nombre d'actionneurs, comprenant au moins l'injecteur 8.

[0017] En fonctionnement normal, c'est-à-dire en dehors des phases de régénération du filtre à particules, le calculateur 15 injecte dans la chambre de combustion 7 une quantité de carburant correspondant à une consigne de couple. Cette consigne peut être une fonction du régime de rotation du moteur et de l'enfoncement de la pédale d'accélérateur (non-représentée) du véhicule (non-représenté) sur lequel est monté le moteur 1. Le carburant commence généralement à être introduit avant le point mort haut de combustion de chaque cylindre du moteur 1, et il est entièrement brûlé. Dans ce mode de fonctionnement, le dispositif de traitement 3 stocke les suies émises par le moteur 1 mais ne les élimine pas.

[0018] Lorsque la différence de pression mesurée par les capteurs 13 et 14 atteint un seuil prédéterminé, le calculateur 15 déclenche une phase de régénération du dispositif de traitement 3 afin de brûler le stock de suies accumulées. A cet effet, en complément du carburant injecté dans la chambre 7 suivant la consigne de couple demandée, le calculateur 15 déclenche une post-injection de carburant.

[0019] Plus précisément, il injecte dans la chambre 7, assez longtemps après le point mort haut de chaque cylindre, une quantité de carburant qui ne participe pas à la combustion, c'est-à-dire qu'elle n'est pas brûlée pour produire un couple moteur. Cette quantité de carburant est évacuée presque en totalité dans le collecteur d'échappement 10, vers le dispositif de traitement 3 où elle brûle les suies qui y sont stockées.

[0020] Toutefois une petite partie du carburant injecté tardivement dans le cylindre pénètre et se dilue dans l'huile du moteur, notamment dans le film d'huile qui lubrifie les parois des cylindres du moteur 1, et à travers les interstices entre les pistons et les cylindres du moteur 1.

[0021] La figure 2 illustre l'évolution de la dilution du carburant dans l'huile du moteur 1 au cours du temps. A un instant t_0 où l'huile du moteur est neuve et où le dispositif de traitement 3 est soit neuf, soit régénéré, la dilution du carburant, c'est-à-dire le pourcentage de carburant contenu dans l'huile, est nul.

[0022] Entre les instants t_0 et t_1 , le moteur est dans un mode de fonctionnement normal, c'est-à-dire hors régénération du filtre à particules. A l'instant t_1 , une régénération du filtre est déclenchée. La combustion des suies accumulées dans le filtre se poursuit jusqu'à l'instant t_2 . De l'instant t_1 à l'instant t_2 , la dilution de l'huile augmente de 0 jusqu'à une valeur C_2 . A l'instant t_2 , la régénération s'arrête, et il n'y a plus de post-injection de carburant dans le moteur. La dilution diminue alors sous l'effet de l'évaporation du carburant. La baisse se poursuit jusqu'à l'instant t_3 où une nouvelle régénération est nécessaire. La dilution atteint une valeur C_3 qui est plus faible que la valeur C_2 mais qui ne retrouve pas la valeur nulle de l'instant t_0 .

[0023] A l'instant t_3 , une nouvelle régénération du filtre est déclenchée. La combustion des suies se poursuit jusqu'à l'instant t_4 . De l'instant t_3 à l'instant t_4 , la dilution de l'huile augmente de C_3 jusqu'à une valeur C_4 supérieure à C_2 . A l'instant t_4 , la régénération s'arrête à nouveau. La dilution baisse jusqu'à l'instant t_5 où la régénération suivante est nécessaire. De l'instant t_4 à l'instant t_5 , la dilution baisse de la valeur C_4 à une valeur C_5 qui reste supérieure à la valeur C_3 .

[0024] La dilution passe donc par une succession de phases alternées d'augmentation et de diminution, avec une augmentation globale du niveau à long terme. La durée des périodes pendant lesquelles le filtre n'est pas régénéré, successivement comprise entre t_0 et t_1 , entre t_2 et t_3 , et entre t_4 et t_5 sur la figure 2, peut varier en fonction des conditions de roulage (urbain, autoroutier, etc.) du véhicule sur lequel le moteur est monté. Les valeurs de dilution observées au début de chaque régénération, respectivement C_3 et C_5 sur la figure 2, dépendent de la durée de ces périodes, c'est-à-dire du temps écoulé depuis la fin de chaque régénération.

[0025] La figure 3 représente l'organigramme d'un mode de réalisation du procédé selon l'invention. Le procédé

comprend une étape d'initialisation 100, lors de laquelle l'estimation du taux de dilution C est initialisée, soit à une valeur nulle si l'huile du moteur 1 est neuve, soit à une valeur qui a été mémorisée précédemment dans le calculateur 15.

[0026] Le procédé comprend une étape de test 110, au cours de laquelle le calculateur détermine si une régénération du dispositif de traitement 3 est en cours, par exemple en vérifiant la présence d'une post-injection de carburant. Le test oriente alors vers une étape 120 si aucune régénération n'est en cours, ou vers une étape 130 dans le cas contraire. A cette étape 110, le calculateur incrémente et mémorise également dans un compteur le temps t écoulé depuis la fin de la dernière régénération lorsque le test détermine qu'aucune régénération n'est en cours.

[0027] Au cours de l'étape 120, la variation de la dilution dC pendant l'intervalle de temps, ou pas de temps, dt est calculée comme le produit d'une fonction de régénération $Frégé$ et du pas de temps dt . Cette fonction de régénération $Frégé$ peut, par exemple, être cartographiée en fonction de paramètres de moteur tels que le régime de rotation et le débit de carburant.

[0028] Au cours de l'étape 130, la variation de la dilution dC pendant le pas de temps dt est calculée comme le produit de l'opposé d'une fonction d'évaporation $Fevap$ et du pas de temps dt , par l'équation 1 suivante :

$$(Eq.1) \quad dC = -Fevap \times dt$$

[0029] Pour effectuer le calcul précédent, la fonction d'évaporation $Fevap$ est déterminée par l'équation 2 suivante :

$$(Eq.2) \quad Fevap = C(t) \times \left(k_0 e^{\frac{-E_a}{RT}} \right)$$

,équation dans laquelle :

- $C(t)$ désigne la dilution au temps t ,
- k_0 désigne une constante de vitesse prédéterminée,
- E_a désigne l'enthalpie d'évaporation du carburant,
- R désigne la constante des gaz parfaits, et
- T désigne une valeur représentative de la température d'évaporation du carburant.

[0030] Cette dernière équation est basée sur le modèle physique suivant : on modélise l'évaporation du carburant par une loi cinétique d'ordre 1, selon l'équation 3 suivante :

$$(Eq.3) \quad \frac{dC}{dt} = -k \times C(t)$$

formule dans laquelle

- k désigne un paramètre de vitesse de la réaction d'évaporation, et
- $\frac{dC}{dt}$ désigne le taux de variation instantané de la dilution C.

[0031] Cette équation indique que la vitesse d'évaporation du carburant $\frac{dC}{dt}$ est proportionnelle à sa concentration $C(t)$, à chaque instant.

[0032] De manière connue, le paramètre de vitesse k d'une telle réaction dépend de la température d'évaporation T et de l'énergie d'activation E_a de la réaction, c'est-à-dire de l'enthalpie de vaporisation du carburant, selon l'équation 4 :

$$(Eq.4) \quad k = k_0 e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

, formule dans laquelle k_0 désigne, la constante de vitesse de la réaction.

[0033] A partir de l'équation 3, on obtient l'équation 5 suivante pour un petit pas de temps dt :

$$(Eq.5) \quad dC = -k \times C(t) \times dt$$

[0034] En combinant l'équation 5 avec l'équation 4, on obtient l'équation 6 suivante :

$$(Eq.6) \quad dC = -C(t) \times \left(k_0 e^{\frac{-E_a}{RT}} \right) \times dt$$

, équation équivalente à l'équation 1 dans laquelle la fonction F_{evap} est calculée selon l'équation 2.

[0035] Avantageusement, on prend pour valeur représentative de la température d'évaporation du carburant T , non pas la température de l'huile à coeur telle qu'elle est mesurée ou estimée classiquement sur les moteurs, mais plutôt la température du liquide de refroidissement, dite température d'eau, circulant dans le moteur 1. Cette température est en effet plus proche de la température de la surface d'évaporation du carburant. Elle peut être mesurée par un capteur (non-représenté sur la figure 1).

[0036] L'enthalpie d'évaporation E_a est une fonction du temps t écoulé depuis la fin de la dernière régénération, car elle dépend de la composition du carburant, plus précisément de la proportion d'hydrocarbures lourds contenus dans le carburant. Cette proportion augmente dans le temps, les hydrocarbures les plus légers s'évaporant en premier. Par exemple, l'enthalpie d'évaporation E_a varie sur un intervalle de temps de plusieurs heures, mais sa variation est insensible sur une durée, par exemple quelques minutes, dépassant largement le pas de temps dt de calcul, ce dernier pouvant être de l'ordre de 100 millisecondes.

[0037] Selon l'invention, on procède au calcul de la variation dC de la dilution à l'instant t en utilisant l'équation 6,

dans laquelle le rapport $\frac{E_a}{R}$ de l'enthalpie R d'évaporation divisée par la constante des gaz parfaits est calculé par

interpolation à partir d'une table donnant différentes valeurs de ce rapport $\frac{E_a}{R}$ pour différentes valeurs du temps t écoulé depuis la fin de la dernière régénération.

[0038] Avantageusement, on détermine expérimentalement la constante de vitesse k_0 et la table des valeurs des

rapports $\frac{E_a}{R}$ de l'enthalpie d'évaporation E_a divisée par la constante des gaz parfaits R , par une série d'essais à

différentes températures d'évaporation T et pour différents temps t , au cours desquels on mesure par chromatographie gazeuse la dilution résiduelle, $C(t)$, partant d'une dilution initiale C_0 qui est mesurée au préalable. Par exemple, les essais sont réalisés pour des températures d'eau de 60°C, 80°C et 100°C, et pour des durées de 4 h, 6 h, 8 h et 15 heures. Au-delà de 15 heures, il n'est pas utile de faire des mesures supplémentaires, car le carburant ne contient presque plus que des composés hydrocarbures peu volatils, si bien que l'enthalpie d'évaporation E_a évolue peu.

[0039] A partir des différentes mesures obtenues $C(t)$ à différentes températures T et pour différents temps t , la

constante de vitesse k_0 et les valeurs des $\frac{E_a}{R}$ rapports de l'enthalpie d'évaporation E_a divisée par la constante des

gaz parfaits R peuvent se calculer par la méthode mathématique suivante :

[0040] On réécrit l'équation 6 sous la forme de l'équation 7 suivante :

$$(Eq.7) \frac{dC}{C} = -k_0 e^{\frac{-E_a}{RT}} \times dt$$

[0041] Par intégration entre le début de l'essai et le temps t de la mesure, on obtient l'équation 8 :

$$(Eq.8) \ln C - \ln C_0 = -k_0 e^{\frac{-E_a}{RT}} \times t$$

, équation dont on tire finalement l'équation 9 :

$$(Eq.9) \ln \left[\frac{\ln C_0 - \ln C}{t} \right] = \ln(k_0) - \frac{E_a}{R} \times \frac{1}{T}$$

[0042] On représente sur un graphique à deux dimensions la fonction qui lie en ordonnée $\ln \left[\frac{\ln C_0 - \ln C}{t} \right]$ à $\frac{1}{T}$

en abscisse. L'équation 9 indique qu'il s'agit d'une droite dont on calcule, de manière classique, la constante de vitesse

$\ln(k_0)$ comme l'ordonnée à l'origine, et le rapport $-\frac{E_a}{R}$ de l'enthalpie d'évaporation E_a divisée par la constante des

gaz parfaits R comme la pente de cette droite.

[0043] Le procédé comprend une étape 140 au cours de laquelle le nouveau taux de dilution $C(t+dt)$ est calculé en ajoutant au taux de dilution $C(t)$ l'estimation de la variation du taux dC pendant le pas de temps dt réalisée à l'étape 120 ou 130.

[0044] Le procédé comprend une étape 150 au cours de laquelle le nouveau taux de dilution C est comparé à un seuil S prédéterminé. Si il est supérieur, le procédé peut déclencher une alerte au tableau de bord du véhicule au cours d'une étape 160 du procédé, afin de prévenir le conducteur du véhicule qu'il est nécessaire de vidanger l'huile du moteur. Dans le cas contraire, on attend l'écoulement d'un pas de temps dt à l'étape 170, avant de procéder à un nouveau pas de calcul en reprenant à l'étape 110,

[0045] En résumé, l'invention propose un procédé d'estimation du taux de dilution de carburant dans l'huile d'un moteur à combustion interne équipé d'un dispositif de traitement des gaz de combustion nécessitant des phases de régénération par post-injection de carburant. Selon ce procédé, on estime le taux de dilution C en fonction du mode de fonctionnement du moteur. En dehors des phases de régénération, la variation du taux de dilution dC est calculée à partir d'un ensemble de paramètres comprenant au moins une valeur représentative de la température d'évaporation T du carburant dilué dans l'huile du moteur, et du temps t écoulé depuis la fin de la dernière phase de régénération.

[0046] Cette invention présente de nombreux avantages. En estimant précisément l'évaporation du carburant, on estime aussi précisément la dilution C du carburant dans l'huile du moteur et on peut procéder au changement d'huile du moteur au moment opportun, c'est-à-dire ni trop tardif, ni trop précoce. On évite ainsi de mettre en danger la fiabilité du moteur ou d'augmenter inutilement les coûts d'entretien du moteur.

Revendications

1. Procédé d'estimation du taux de dilution de carburant dans l'huile d'un moteur (1) à combustion interne équipé d'un dispositif de traitement (3) des gaz de combustion nécessitant des phases de régénération par post-injection de carburant, selon lequel on estime le taux de dilution (C) en fonction du mode de fonctionnement du moteur, **caractérisé en ce que**, en dehors des phases de régénération, la variation du taux de dilution (dC) à chaque instant est calculée à partir d'un ensemble de paramètres comprenant au moins :

- une valeur représentative de la température d'évaporation (T) du carburant dilué dans l'huile du moteur, et
- le temps (t) écoulé depuis la fin de la dernière phase de régénération.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**en dehors des phases de régénération, la variation du taux de dilution (dC) pendant chaque pas de temps (dt) est calculée selon un ensemble de paramètres comprenant au moins :

- Le taux de dilution ($C(t)$) au temps (t),
- une constante de vitesse (k_0) prédéterminée,
- l'enthalpie d'évaporation du carburant (E_a),
- la constante des gaz parfaits (R), et
- une valeur représentative de la température d'évaporation (T) du carburant.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, en dehors des phases de régénération, la variation du taux de dilution (dC) pendant chaque pas de temps (dt) est calculée selon une loi cinétique d'ordre 1 par l'équation

$$dC = -C(t) \times \left(k_0 e^{\frac{-E_a}{RT}} \right) \times dt \quad (\text{Eq.6}),$$

4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la valeur représentative de la température d'évaporation du carburant (T) est la température d'eau du moteur (1).

5. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la valeur du rapport $\left(\frac{E_a}{R} \right)$ de l'enthalpie de vaporisation du carburant divisé par la constante des gaz parfaits est une fonction du temps (t) écoulé depuis la dernière régénération.

6. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la valeur du rapport $\left(\frac{E_a}{R} \right)$ de l'enthalpie de vaporisation du carburant divisé par la constante des gaz parfaits est calculée par interpolation à partir d'une table de valeurs de rapports $\left(\frac{E_a}{R} \right)$ préétablies expérimentalement, à partir de mesures de dilution pour une pluralité de températures (T) et une pluralité de temps (t).

7. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la constante de vitesse k_0 est calculée expérimentalement à partir de mesures de dilution pour une pluralité de températures (T) et une pluralité de temps (t).

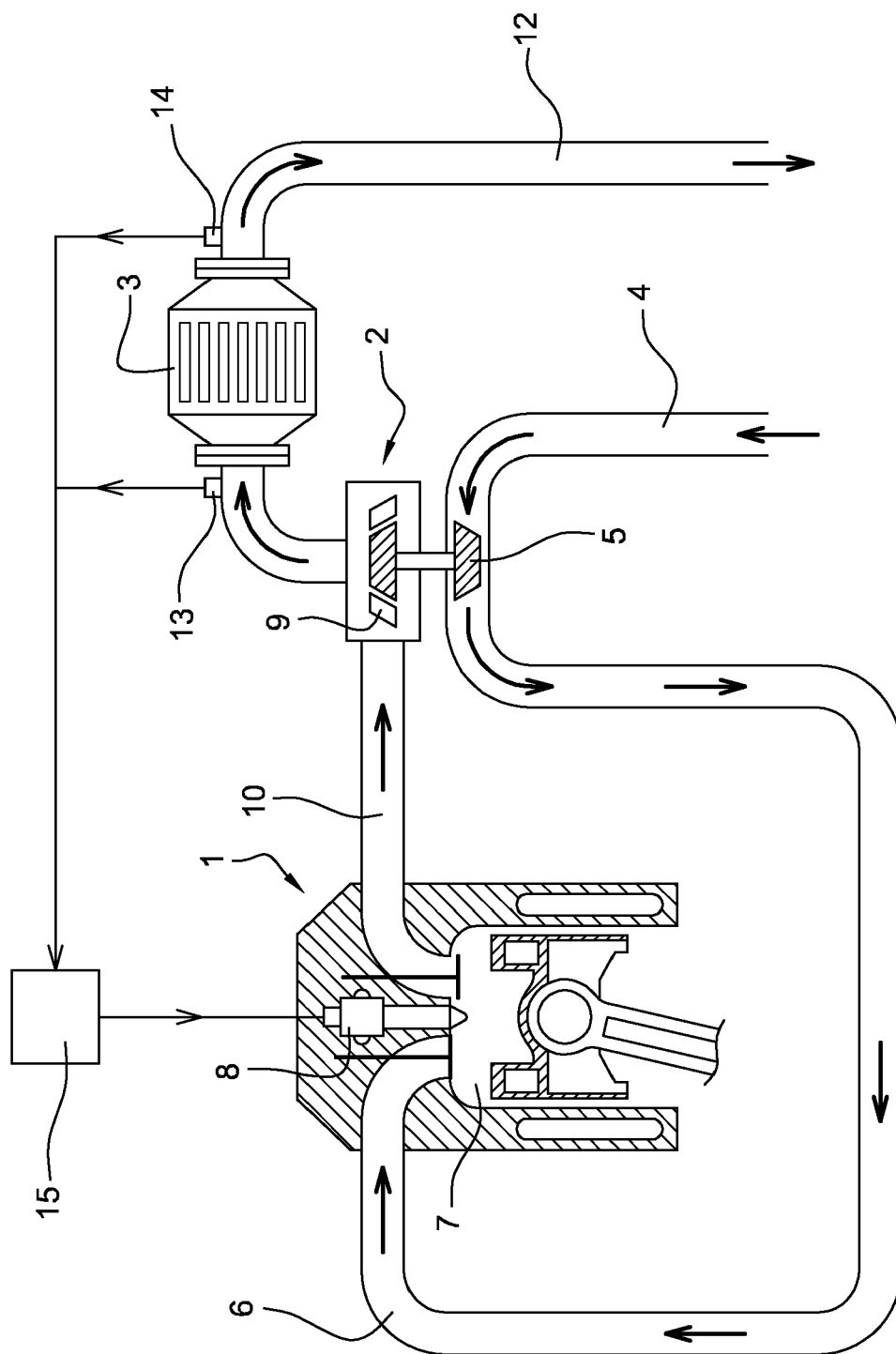


Fig. 1

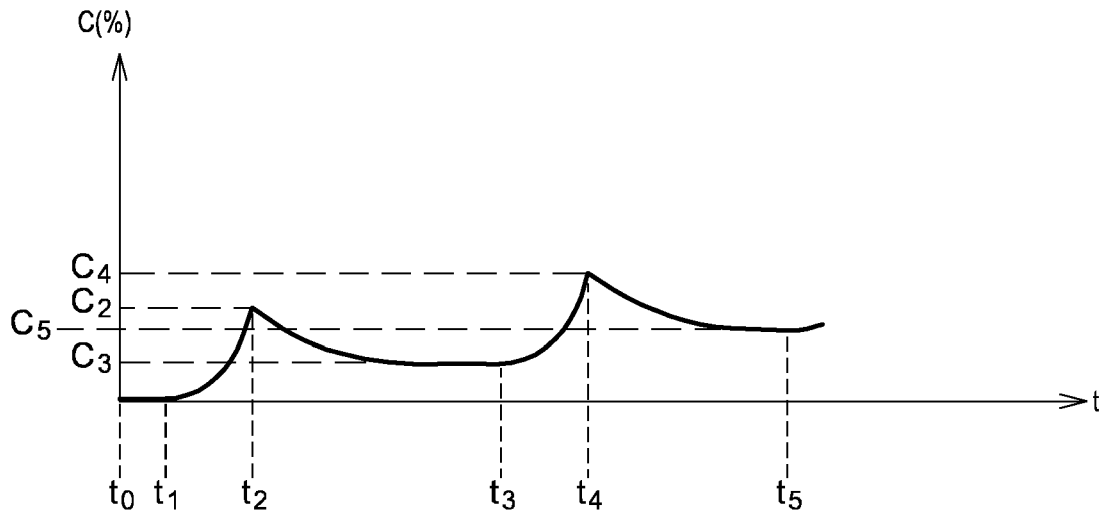


Fig. 2

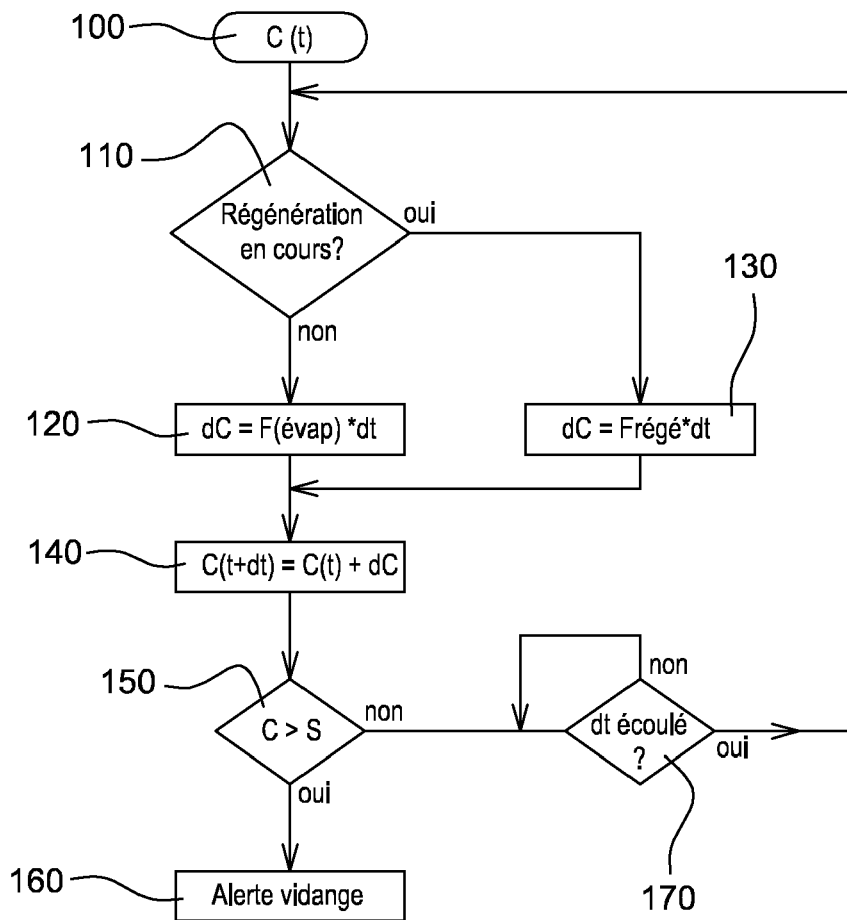


Fig. 3

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2860830 [0007] [0008]