

12

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

22 Date de dépôt : 05.09.11.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.03.13 Bulletin 13/10.

56 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés : Certificat d'utilité résultant de la trans-
formation volontaire de la demande de brevet dépo-
sée le 05/09/11.

71 Demandeur(s) : RENAULT S.A.S Société par actions
simplifiée — FR.

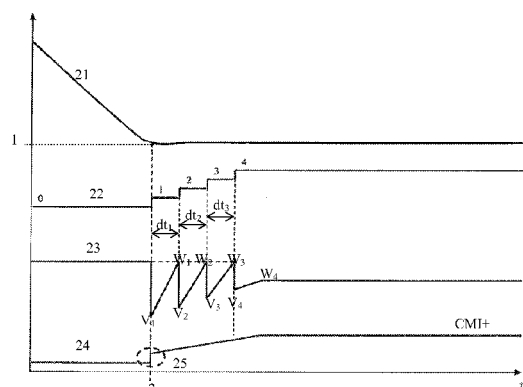
72 Inventeur(s) : CHARRUEL CLEMENT et BERGE
SEBASTIEN.

73 Titulaire(s) : RENAULT S.A.S Société par actions sim-
plifiée.

74 Mandataire(s) : NOVAGRAAF TECHNOLOGIES.

54 PROCEDE D'INJECTION D'UN MOTEUR A ALLUMAGE COMMANDE POUR REPRISE DE COUPLE APRES
UNE COUPURE D'INJECTION.

57 La présente invention concerne un procédé de com-
mande de reprise de couple après une coupure d'injection
de tous les cylindres (n) d'un moteur à essence à combus-
tion interne à allumage commandé et à injection de carbu-
rant, le moteur comprenant (N) cylindres référencés de
(n=1) à (n=N) muni chacun d'un injecteur (numérotés de i=1
à i=N), dans lequel, successivement, depuis l'injecteur (i=1)
à l'injecteur (i+1=N), on active l'injecteur (i) correspondant
au cylindre (n), on force une avance à l'allumage pour l'in-
jecteur (i) à une première valeur prédéterminée (V_i), on at-
tend un temps (dt_i) préfixé entre les activations successives
de l'injecteurs (i) et de l'injecteur (i+1), puis on active l'in-
jecteur (i + 1) correspondant au cylindre (n+1), et on reprend le
cycle ci-dessus pour l'injecteur (n+1) jusqu'à l'activation de
l'injecteur (N).



**PROCEDE D'INJECTION D'UN MOTEUR A ALLUMAGE COMMANDE POUR
REPRISE DE COUPLE APRES UNE COUPURE D'INJECTION**

[0001] L'invention se situe dans le domaine des moteurs
5 rotatifs à combustion interne et à allumage commandé, à
injection directe ou indirecte de carburant et à un nombre
(N) de cylindres. Elle fait appel à des connaissances
électroniques, mécaniques et thermodynamiques.

[0002] Dans l'application principale à la conduite d'un
10 véhicule automobile, afin de répondre au mieux à la demande
de décélération du conducteur, détectée par un levé de pied
de la pédale d'accélérateur, il est d'usage sur un moteur à
allumage commandé de couper les injections de tous les
cylindres, afin de produire un « couple indiqué positif »
15 (CMI+) nul sur un cycle moteur. Le moteur produira au final
en sortie de vilebrequin un « couple effectif » (CME) qui
sera négatif et égal au couple de frottement, ce qui répond
bien au besoin du conducteur. L'avance à l'allumage (AVA)
n'est pas retouchée durant cette phase.

[0003] Le moteur entre alors dans une phase de
20 ralentissement de régime, le rapprochant de son régime de
« régulation ralenti », généralement inférieur à mille tours
par minutes (1000RPM). A l'approche de ce régime, il est
nécessaire de procéder à une remontée du couple indiqué
25 positif (CMI+) de manière à réguler le régime autour de cet
objectif de régime ralenti, et surtout, pour éviter le calage
du moteur qui risque de se produire si la remise du couple
arrive trop tardivement.

[0004] Il est ainsi nécessaire de réactiver les injecteurs
30 sur l'ensemble des cylindres, ce qui provoque un saut de
couple : le couple indiqué positif (CMI+) passant brusquement
d'une valeur nulle à une valeur non nulle égale au couple

indiqué positif (CMI+n) produit par chaque cylindre (n), multiplié par le nombre (N) de cylindres du moteur. Cette remise brusque de couple crée un à-coup de fonctionnement moteur qui peut être jugé inacceptable sur certaines applications. Dans des cas extrêmes, cet à-coup peut générer des fluctuations de régime et donc de vitesse du véhicule si un rapport de vitesse est engagé.

[0005] L'invention concerne de préférence les moteurs à allumage commandé à essence.

10 [0006] En effet, sur les moteurs diesel, le couple est fonction de la quantité de gazole injecté. On peut injecter une quantité minimale extrêmement faible à la reprise de couple après lever de pied / frein moteur et donc éviter un saut de couple.

15 [0007] Sur les moteurs à essence [sur les moteurs à allumage commandé], le fonctionnement à richesse 1 (i.e. la masse de carburant est adaptée à la masse d'air de façon à être intégralement brûlée) fait que le couple est fonction au premier ordre de la quantité d'air, le débit de carburant étant réglé pour assurer la stœchiométrie. Pour obtenir du
20 « frein moteur », il est nécessaire de fermer au maximum le boîtier-papillon pour réduire le débit d'air, puis de couper complètement l'injection, sur tous les injecteurs, car :

- si on ne coupe pas l'injection, on produit nécessairement
25 un couple car le débit d'air n'est pas nul, le moteur étant tournant ;

- si on coupe seulement quelques injecteurs, il y a un risque de pollution et de détérioration du catalyseur, ce qui est inacceptable.

[0008] La coupure d'injection permet d'avoir un frein moteur maximum, mais quand le régime moteur chute et approche du régime de ralenti, il est nécessaire d'augmenter de nouveau le couple pour éviter le calage. L'invention vise
5 alors à limiter le saut de couple observé avec la reprise des injections sur tous les cylindres, comme cela se fait à ce jour.

[0009] L'objectif de la présente invention est ainsi de corriger ce défaut en réduisant au mieux l'amplitude de ce
10 saut de couple, le rendant imperceptible à la conduite du véhicule. Cette invention se caractérise principalement par une mise en œuvre logicielle, et se justifie simplement par la physique du moteur à allumage commandé.

[0010] A cet effet est proposé, suivant un premier aspect
15 de l'invention, un procédé de commande de reprise de couple après une coupure d'injection de tous les cylindres (n) d'un moteur à essence à combustion interne à allumage commandé et à injection de carburant, le moteur comprenant (N) cylindres référencés de (n=1) à (n=N) muni chacun d'un injecteur
20 (numérotés de i=1 à i=N), et tel que successivement, depuis l'injecteur (i=1) à l'injecteur (i+1=N) :

- On active l'injecteur (i) correspondant au cylindre (n) ;
- On force une avance à l'allumage (AVA) pour l'injecteur
25 (i) à une première valeur prédéterminée (Vi) ;
- On attend un temps (dti) préfixé entre les activations successives de l'injecteurs (i) et de l'injecteur (i+1) ;

- On active l'injecteur (i+1) correspondant au cylindre (n+1), et on reprend le cycle ci-dessus pour l'injecteur (n+1) jusqu'à l'activation de l'injecteur (N).

5 [0011] La reprise des injections est répartie dans le temps, ce qui se fera donc en (N) étapes.

[0012] L'avance à l'allumage (AVA) est généralement donnée en degrés du vilebrequin par rapport à sa position correspondant au point mort haut (PMH) du piston du cylindre (n) correspondant.

10 [0013] Le temps (dti) séparant l'activation de l'injecteur (i+1) de l'activation de l'injecteur (i) est nécessairement positif mais peut être très faible. Ainsi, l'injecteur (i+1) est activé après l'activation de l'injecteur (i) de 10 ms (millisecondes) à 2 s (secondes) plus tard.

15 [0014] La première valeur prédéterminée (V_i) de l'avance à l'allumage de chaque injecteur (i) est de préférence propre à chaque injecteur (i). Toutefois, il est possible que les premières valeurs prédéterminées (V_i) de tous les injecteurs (i) soient identiques ce qui simplifie la mise en œuvre
20 logicielle.

[0015] L'invention présente ainsi l'avantage de réduire fortement les sauts de couple et à-coups de fonctionnement lors de la reprise des injections, tout en étant très simple à mettre en œuvre (pas de modification de la définition
25 technique, algorithme simple à mettre en œuvre).

[0016] En effet, le saut de couple le plus important que risque de subir le conducteur, dans l'application principale au moteur d'un véhicule automobile, est ainsi celui lié à la remise du premier injecteur, qui sera N-fois plus faible que

le saut de couple vu dans l'art antérieur, lorsque tous les injecteurs sont réactivés en même temps.

[0017] De plus, pour pallier davantage ce problème, une solution consiste à dégrader l'avance à l'allumage lors de la
5 remise de l'injection. La dégradation d'avance à l'allumage consiste à allumer le mélange plus tardivement dans le cycle moteur, de façon à réduire le couple produit par le cylindre (c'est une dégradation du rendement de combustion). En effet, en dégradant fortement l'avance à l'allumage, on réduit le
10 couple (CMI+n) produit par chaque cylindre (n), et donc le couple (CMI+) total produit par le moteur lors de la phase de reprise de couple, encore appelée « phase de réattelage ».

[0018] La première valeur prédéterminée (V_i) pour l'avance à l'allumage pour chaque injecteur (i) est donc de préférence
15 une valeur permettant au cylindre (n) de produire un couple faible.

[0019] Cette première valeur prédéterminée (V_i) est de préférence établie par un calculateur pour le régime de ralenti.

20 [0020] Ainsi, pour au moins un injecteur (i), préalablement à l'activation de l'injecteur (i+1) : on augmente progressivement l'avance à l'allumage (AVA) de l'injecteur (i) de sa première valeur prédéterminée (V_i) à une deuxième valeur prédéterminée (W_i), avec une pente
25 ajustable (c'est-à-dire sur un temps plus ou moins long pour passer d'une valeur à une autre).

[0021] A chaque étape, l'avance à l'allumage est alors adaptée de manière à augmenter le couple sans engendrer de saut de couple.

[0022] Dans ce cas, l'injecteur (i+1) est donc activé une fois que la deuxième valeur prédéterminée (W_i) est atteinte par l'avance à l'allumage (AVA) de l'injecteur (i), soit après un temps (dt_i) correspondant au moins à la durée
5 nécessaire pour que l'avance à l'allumage (AVA) de l'injecteur (i) passe de sa première valeur prédéterminée (V_i) à sa deuxième valeur prédéterminée (W_i).

[0023] Le saut de couple constaté est alors beaucoup plus faible que celui qui aurait été obtenu en réactivant
10 simplement les injections sans adapter la consigne d'avance à l'allumage. Néanmoins, certaines architectures requièrent une avance à l'allumage (AVA) bornée par une valeur minimale qui restreint la dégradation d'avance à l'allumage applicable lors de cette phase de réattelage. Le couple indiqué positif
15 ($CMI+n$) produit par chaque cylindre (n) est donc borné par une valeur non nulle. La reprise des injections est donc toujours susceptible de provoquer un saut de couple qui peut se ressentir sur le véhicule.

[0024] Par conséquent, la première valeur prédéterminée
20 (V_i) pour chaque injecteur (i) est de préférence une valeur apte à éviter un saut de couple lors de la réactivation du n-ième injecteur, ou du moins une valeur apte à produire le plus petit couple si un léger saut de couple est impossible à éviter.

25 [0025] Selon un mode avantageux de réalisation, la deuxième valeur prédéterminée (W_i) pour au moins un des injecteurs de (i=1) à (i=N-1) est l'avance à l'allumage (AVA) produisant le plus de couple.

[0026] Cela permet de réduire le saut de couple à
30 l'activation du cylindre (n+1) suivant si jamais on ne sait pas le supprimer complètement, puisque le couple sur les (n)

cylindres précédents est alors maximal. Donc en visant le couple maximal sur les (n) cylindres (à l'avance minimale), on est certain d'avoir le saut de couple le plus faible possible en activant le cylindre (n+1).

5 [0027] Selon un autre mode avantageux de réalisation, la deuxième valeur prédéterminée (W_i) pour au moins un des injecteurs de ($i=1$) à ($i=N-1$) est une valeur, suffisamment élevée, apte à activer le cylindre (n+1) suivant sans saut de couple via une dégradation d'avance à l'allumage de manière à
10 ce que le couple sur le cylindre (n+1) avec l'avance à l'allumage dégradée soit égal au couple sur les (n) cylindres à l'instant précédent. Le but est d'atteindre un couple élevé sur (N-1) cylindres, de manière à être capable de le réaliser en dégradant l'avance sur (N) cylindres, comme dit
15 précédemment.

[0028] Cela permet de réduire complètement le saut de couple.

[0029] Les deuxièmes valeurs prédéterminées (W_i) pour chaque injecteur (i) peuvent ainsi être toutes différentes ou
20 identiques entre elles.

[0030] Par contre, il est nécessaire d'augmenter l'avance à l'allumage (AVA) du dernier injecteur ($i=N$) progressivement de sa première valeur prédéterminée (V_N) jusqu'à une valeur de consigne pour le point de fonctionnement considéré.

25 [0031] Le principe de reprises successives des injections couplé avec une avance à l'allumage dégradée permet ainsi de cumuler les bénéfices. D'une part la réduction au plus petit saut de couple physiquement atteignable à la remise du premier injecteur, et d'autre part, la réduction aux plus
30 petits sauts de couple possibles lors des remises

d'injecteurs suivants ; dans le meilleur des cas, ces sauts de couple sont complètement supprimés.

[0032] Un tel mode de fonctionnement permet également de limiter fortement l'amplitude du saut de couple. Là encore,
 5 on voit que le saut de couple le plus important que risque de subir le conducteur est celui lié à la réactivation du premier injecteur, qui sera plus de N-fois plus faible que le saut de couple obtenu selon le mode de réalisation de l'art antérieur, i.e. lorsque tous les injecteurs sont réactivés en
 10 même temps avec une seule et même valeur d'avance à l'allumage.

[0033] En outre, il est avantageux de commencer à injecter simultanément sur les injecteurs (i) déjà actifs et (i+1) en activation avec une avance à l'allumage telle que la somme
 15 des couples produits individuellement grâce aux injecteurs (i) déjà actifs et (i+1) en activation soit exactement égale au couple qui était produit grâce aux seuls injecteurs (i) actifs avant activation de l'injecteur (i+1).

[0034] La courbe que suit l'avance à l'allumage (AVA) de
 20 l'injecteur (i) n'est alors pas obligatoirement qu'une courbe croissante et monotone entre (Vi) et (Wi), la valeur peut décroître au moins une fois avant d'atteindre (Wi).

[0035] Selon un exemple préférentiel de réalisation de la présente invention, l'on calcule l'avance à l'allumage (AVA)
 25 pour l'activation d'au moins un injecteur (i) ($AVA_{remiseInjecteur}$) de la façon suivante, où (t) correspond à un temps, l'instant auquel on souhaite réactiver un injecteur :

$$AVA_{remiseInjecteur}(t+1) = \max \left(AVA_{\min i} ; AVA \left[Couple(t) \frac{Nb_{injCouples}(t)}{Nb_{injCouples}(t)+1} \right] \right)$$

[0036] Où la notion d'avance à l'allumage est fonction du couple souhaité. Il s'agit de l'avance à appliquer pour obtenir un couple de consigne fixé.

5 [0037] De préférence, l'on décide d'activer de nouveau les injecteurs lorsque le moteur présente un régime proche ou inférieur à mille tours par minutes (1000RPM). On entend par « proche » le fait qu'en pratique, le seuil est calibrable entre 1000 RPM et 1500 RPM, la valeur réelle dépendant généralement de l'inertie du moteur, de ses frottements...

10 [0038] Selon un mode préférentiel de réalisation, la première valeur prédéterminée (V_i) d'avance à l'allumage (AVA) pour au moins un des (N) injecteurs est comprise entre -18° et -10° , par exemple -15° , qui est une valeur très faible conforme aux préconisations métiers courantes.

15 [0039] Avantageusement, la deuxième valeur prédéterminée (W_i) d'avance à l'allumage (AVA) pour au moins un des (N) injecteurs est comprise entre 0° et 5° .

20 [0040] Cette avance à l'allumage au ralenti est déterminée selon l'état de l'art, i.e. selon un compromis agrément/consommation, de la façon suivante :

25 - on ne prend pas l'avance à l'allumage maximale ou optimale (c'est-à-dire en l'absence de cliquetis), c'est-à-dire celle qui maximise le couple produit par le moteur pour un régime donné (une valeur typique se situe aux environs de 10° , c'est-à-dire un angle de rotation de 10° du vilebrequin par rapport à sa position correspondant à une position des pistons au point mort haut (PMH)) ;

30 - on prend une valeur qui donne environ 90% de ce couple par sécurité : l'avantage est d'avoir une marge : au cas

où pour une raison quelconque (par exemple : débrayage), le régime vient à s'écrouler, on évite le calage en remontant rapidement la consigne de couple de la valeur correspondant à 90% du couple maximal au ralenti, à la
5 valeur maximal/optimal.

[0041] Par exemple, au ralenti, la valeur de consigne de l'avance à l'allumage (AVA) est comprise entre 0° et $+5^{\circ}$ (5° avant le PMH) environ, soit entre 5° et 10° d'écart par rapport à la valeur maximale/optimale.

10 [0042] L'invention, selon un mode préférentiel de réalisation, sera bien comprise et ses avantages apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit, à titre indicatif et nullement limitatif, et en référence aux dessins annexés présentés ci-après :

- 15 - la figure 1 présente le cas d'un réattelage brusque selon l'art antérieur, où tous les cylindres sont réactivés en même temps à la valeur de consigne en régime ralenti ce qui produit un saut de couple important ;
- 20 - la figure 2 présente le cas d'un réattelage progressif selon l'invention avec réduction des sauts de couple dans le cas d'un moteur à quatre cylindres ($N=4$) ;
- 25 - la figure 3 présente un cas particulier de l'invention, dans lequel les injections sur les N cylindres seraient réactivées en même temps, pour ne lisser le couple que par l'avance à l'allumage ;
- la figure 4 présente l'évolution de la valeur du couple en fonction de l'angle d'avance à l'allumage.

[0043] Pour chacune des figures 1 à 3 (x représente le numéro de la figure) :

- la courbe x1 représente l'évolution du régime moteur,
- 5 - la courbe x2 représente le nombre d'injecteurs (i) actifs,
- la courbe x3 représente l'évolution de la consigne d'avance à l'allumage (AVA),
- la courbe x4 représente l'évolution du couple
- 10 - la zone x5 entoure le saut de couple induit à la reprise de l'injection.

[0044] En référence à la figure 1, lorsque le régime du moteur (courbe 11) décroît et atteint une valeur 1 (par

15 exemple de 1000 RPM (tours par minute)) à un temps 2, on réactive les injecteurs sur l'ensemble des cylindres, ce qui provoque un saut de couple 15. Le nombre de cylindres activés (courbe 12) passe de 0 à N quasiment instantanément. Le couple indiqué positif (CMI+) (courbe 14) passe alors

20 brusquement d'une valeur nulle à une valeur non nulle égale au couple indiqué positif (CMI+n) produit par chaque cylindre (n), multiplié par le nombre (N) de cylindres du moteur. Cette remise brusque de couple crée un à-coup de fonctionnement moteur dû au saut de couple (15). L'avance à

25 l'allumage (AVA), qui est fixe et identique pour tous les cylindres du moteur dans ce cas, passe brusquement à la valeur de consigne du régime au ralenti (courbe 13).

[0045] La figure 2 présente le cas d'un moteur à (N=4) cylindre pour lequel le procédé selon l'invention est

appliqué : les injecteurs (i) sont réactivés successivement avec une dégradation de l'avance à l'allumage.

[0046] Lorsque le régime du moteur a atteint la valeur critique 1 au temps 2, on réinjecte d'abord sur un seul
5 cylindre (n=1).

[0047] L'avance à l'allumage (AVA) de l'injecteur (i=1) correspondant est augmentée progressivement depuis une première valeur (V_1) d'avance à l'allumage minimale (par exemple de -15°) jusqu'à une deuxième valeur (W_1) d'avance à
10 l'allumage optimale correspond par exemple au couple maximal pouvant être fourni par le cylindre (n=1).

[0048] Avec un seul cylindre on ne va pas seulement jusqu'à l'avance à l'allumage de consigne (c'est-à-dire permettant au cylindre (n) de fournir un couple (CMI+n)
15 correspondant au couple moteur total (CMI+) nécessaire au régime considéré) car une marge n'est pas nécessaire. Il est donc possible d'atteindre directement 100% du couple maximal possible sur un cylindre, qui vaut 1/N-ième (soit ici $\frac{1}{4}$) du couple maximal total du moteur pour un moteur à (N=4)
20 cylindres.

[0049] Le saut de couple est ainsi inférieur à 1/N du saut qu'on aurait obtenu en réinjectant sur tous les cylindres simultanément à la même valeur, soit environ 3-4 Nm (en prenant en compte la dégradation de l'avance à l'allumage)
25 pour un moteur à 4 cylindres de 2.0L (deux litres).

[0050] Ensuite une fois l'avance à l'allumage du premier cylindre (n=1) passée à l'avance à l'allumage optimale (i.e. passée de V_1 à W_1), on recommence l'injection sur le deuxième cylindre (n=2).

[0051] On part sur ce deuxième cylindre d'une avance minimale (V_2) qui est, par exemple, un peu supérieure à l'avance minimale (V_1) utilisée pour le premier cylindre pour éviter un nouveau saut de couple.

5 [0052] Plus précisément on peut injecter simultanément sur les injecteurs 1 et 2 avec une avance qui est telle que la somme des deux couples produits individuellement grâce aux deux injecteurs soit exactement égale au couple qui était produit grâce au seul injecteur 1 quand il était à l'avance à
10 l'allumage optimale.

[0053] Ensuite, il en va de même pour les reprises sur le troisième puis le n-ième ($4^{\text{ème}}$) cylindre.

[0054] Le couplage de l'échelonnage dans le temps et de la dégradation de l'avance à l'allumage permet ainsi de limiter
15 fortement l'amplitude du saut de couple. On voit que le saut de couple le plus important que risque de subir le conducteur est celui lié à la remise du premier injecteur, qui sera plus de N-fois plus faible que le saut de couple vu dans l'art antérieur.

20 [0055] L'avance à l'allumage appliquée est par exemple calculée selon la formule suivante :

$$AVA_{\text{remiseInjecteur}}(t+1) = \max \left(AVA_{\text{mini}} ; AVA \left[\text{Couple}(t) \frac{Nb_{\text{injCouples}}(t)}{Nb_{\text{injCouples}}(t)+1} \right] \right)$$

[0056] A noter que lors de la remise en route du dernier injecteur, l'avance à l'allumage (AVA) ne sera pas montée
25 jusqu'à l'avance à l'allumage optimale mais seulement jusqu'à l'avance de consigne donnant 90% du couple total du moteur, la valeur de 90% étant bien entendu indicative.

[0057] Ainsi, le procédé selon l'invention est par exemple mis en œuvre de la façon suivante :

1. Décision de réactiver les injections (à temps 2) ;
2. Reprise sur un premier cylindre ($n=1$) :
 - 5 a. Activation de l'injecteur ($i=1$) correspondant ;
 - b. Avance à l'allumage forcée à sa valeur minimale (V_1) ;
 - c. Augmentation progressive de l'avance à l'allumage jusqu'à sa valeur produisant le plus de couple (W_1) ;
- 10 3. Reprise sur un second cylindre ($n=2$) :
 - a. Activation du second injecteur ($i=2$) correspondant ;
 - b. Avance à l'allumage forcée à une valeur faible (V_2) de manière à éviter un saut de couple lors de la remise du second injecteur ou à la valeur minimale si un léger saut de
 - 15 couple est impossible à éviter ;
 - c. Augmentation progressive de l'avance à l'allumage jusqu'à sa valeur produisant le plus de couple (W_2) ;
4. Reprise sur un troisième cylindre ($n=3$) :
 - a. Activation du troisième injecteur ($i=3$)
 - 20 correspondant ;
 - b. Avance à l'allumage forcée à une valeur faible (V_3) de manière à éviter un saut de couple lors de la remise du troisième injecteur ou à la valeur minimale si un léger saut de couple est impossible à éviter ;
 - 25 c. Augmentation progressive de l'avance à l'allumage jusqu'à sa valeur produisant le plus de couple (W_3) ;
5. Reprise du quatrième et dernier injecteur ($n=4$) :
 - a. Activation du quatrième injecteur ($i=4$)
 - correspondant ;
 - 30 b. Avance à l'allumage forcée à une valeur faible (V_4) de manière à éviter un saut de couple lors de la remise du troisième injecteur ou à la valeur minimale si un léger saut de couple est impossible à éviter ;

c. Augmentation progressive de l'avance à l'allumage jusqu'à sa valeur de consigne (W_4) pour le point de fonctionnement considéré.

[0058] Un autre mode de mise en œuvre présenterait
5 les étapes suivantes, sur un moteur à 4 cylindres :

1. Décision de réactiver les injections (à temps 2) :

2. Reprise sur un premier cylindre ($n=1$) :

a. Activation de l'injecteur ($i=1$) correspondant ;

b. Avance à l'allumage forcée à sa valeur minimale
10 (V_1) ;

c. Augmentation progressive de l'avance à l'allumage jusqu'à une valeur (W_1) suffisamment élevée pour permettre d'activer le cylindre suivant sans saut de couple via une dégradation d'avance à l'allumage ;

15 3. Reprise sur in second cylindre ($n=2$) :

a. Activation du second injecteur ($i=2$) correspondant ;

b. Avance à l'allumage forcée à sa valeur minimale
(V_2) ;

20 c. Augmentation progressive de l'avance à l'allumage jusqu'à une valeur (W_2) suffisamment élevée pour permettre d'activer le cylindre suivant sans saut de couple via une dégradation d'avance à l'allumage ;

4. Reprise sur un troisième cylindre ($n=3$) :

25 a. Activation du troisième injecteur ($i=3$) correspondant ;

b. Avance à l'allumage forcée à une valeur faible
(V_3) ;

c. Augmentation progressive de l'avance à l'allumage
30 jusqu'à une valeur (W_3) suffisamment élevée pour permettre d'activer le cylindre suivant sans saut de couple via une dégradation d'avance à l'allumage ;

5. Reprise du quatrième et dernier injecteur ($n=4$) :

a. Activation du quatrième injecteur ($i=4$) correspondant ;

b. Avance à l'allumage à sa valeur minimale (V_4) ;

5 c. Augmentation progressive de l'avance à l'allumage jusqu'à sa valeur (W_4) de consigne pour le point de fonctionnement considéré.

[0059] Le saut de couple constaté est alors beaucoup plus faible que celui qui serait obtenu en réactivant simplement les injections sans adapter la consigne d'avance à
10 l'allumage.

[0060] La figure 3 permet de présenter un cas particulier de l'invention, dans lequel on déciderait d'activer l'injection sur les N cylindres en même temps, et de ne lisser le couple que par l'avance à l'allumage.

15 [0061] A la reprise de couple (à temps 2) après frein moteur, on réinjecte sur les (N) injecteurs avec une avance à l'allumage, par exemple négative (c'est-à-dire une avance à l'allumage qui est après le PMH), par exemple jusqu'à une avance à l'allumage -15° , puis on fait évoluer l'avance à
20 l'allumage progressivement vers une valeur de consigne (par exemple comprise entre 0° et 5°). Une avance à l'allumage de -15° provoque cependant instantanément un saut de couple d'environ 30% du couple maximal au ralenti. Le saut de couple est ainsi limité au voisinage de 15 Nm sur un moteur 2.0L par
25 exemple.

[0062] La figure 4 rappelle l'allure du couple ($CMI+n$) délivré par un cylindre (n) en fonction de l'avance à l'allumage (AVA), ainsi que le positionnement de l'avance à l'allumage de consigne sur les points qui nous intéressent
30 (régime ralenti après une décélération).

[0063] Ainsi, par exemple, pour une avance à l'allumage de ($V_i = -15^\circ$), le couple est minimal. En augmentant l'avance à l'allumage sur le cylindre (n) considéré, le couple délivré ($CMI+n$) augmente progressivement, jusqu'à une valeur de
5 fonctionnement généralement comprise entre $+5^\circ$ et $+10^\circ$, ce qui correspond respectivement à 90% et 100% du couple maximal que peut délivrer le cylindre. Si le cylindre (n) considéré est le premier cylindre réactivé, alors l'avance à l'allumage AVA augmente de ($V_i = -15^\circ$) à ($W_i = 10^\circ$).

Revendications

1. Procédé de commande de reprise de couple après une coupure d'injection de tous les cylindres (n) d'un moteur à essence à combustion interne à allumage commandé et à injection de carburant, le moteur comprenant (N) cylindres référencés de (n=1) à (n=N) muni chacun d'un injecteur (numérotés de i=1 à i=N), **caractérisé** en ce que successivement, depuis l'injecteur (i=1) à l'injecteur (i+1=N) :
 - On active l'injecteur (i) correspondant au cylindre (n) ;
 - On force une avance à l'allumage pour l'injecteur (i) à une première valeur prédéterminée (Vi) ;
 - On attend un temps (dti) préfixé entre les activations successives de l'injecteurs (i) et de l'injecteur (i+1) ;
 - On active l'injecteur (i+1) correspondant au cylindre (n+1), et on reprend le cycle ci-dessus pour l'injecteur (n+1) jusqu'à l'activation de l'injecteur (N).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisée en ce que, pour au moins un injecteur (i), préalablement à l'activation de l'injecteur (i+1) : on augmente progressivement l'avance à l'allumage de l'injecteur (i) de sa première valeur prédéterminée (Vi) à une deuxième valeur prédéterminée (Wi).
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la deuxième valeur prédéterminée (Wi) pour au moins un

des injecteurs de (i=1) à (i=N-1) est l'avance à l'allumage produisant le plus de couple.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que la deuxième valeur prédéterminée (W_i) pour au moins un des injecteurs de (i=1) à (i=N-1) est une valeur apte à activer le cylindre (n+1) suivant sans saut de couple via une dégradation d'avance à l'allumage de manière à ce que le couple sur le cylindre (n+1) avec l'avance à l'allumage dégradée soit égal au couple sur les (n) cylindres à l'instant précédent.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que l'on augmente l'avance à l'allumage du dernier injecteur (i=N) progressivement de sa première valeur prédéterminée (V_N) jusqu'à une valeur de consigne pour le point de fonctionnement considéré.

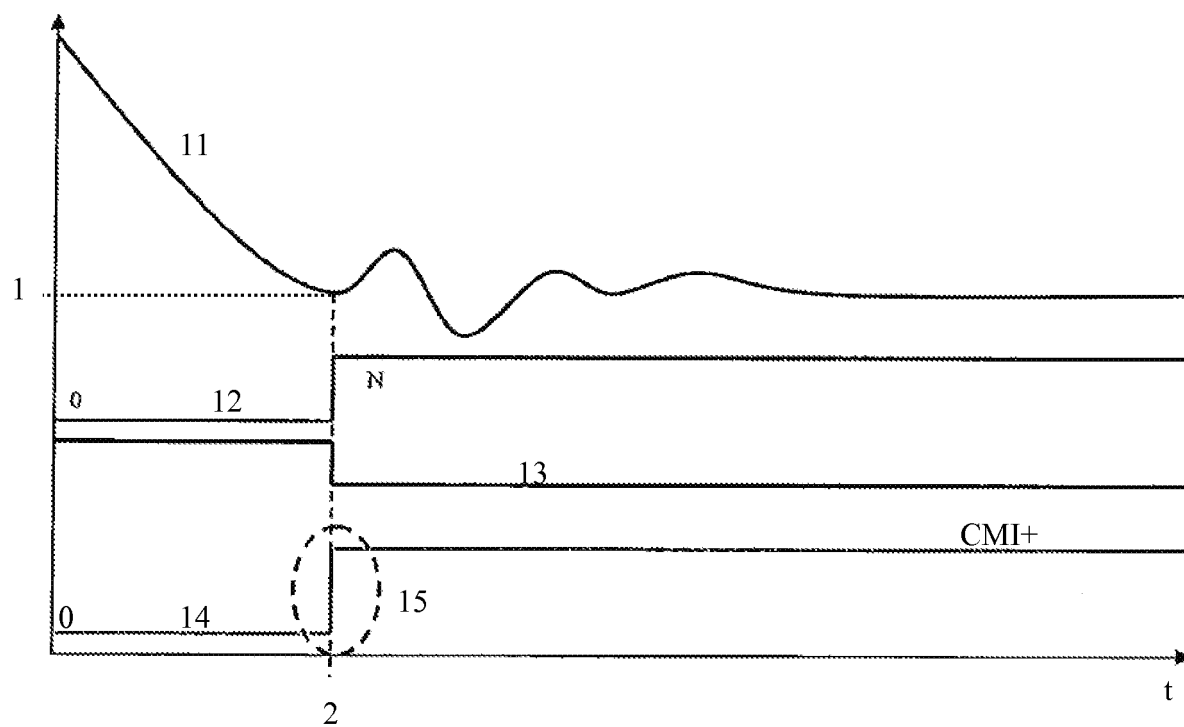
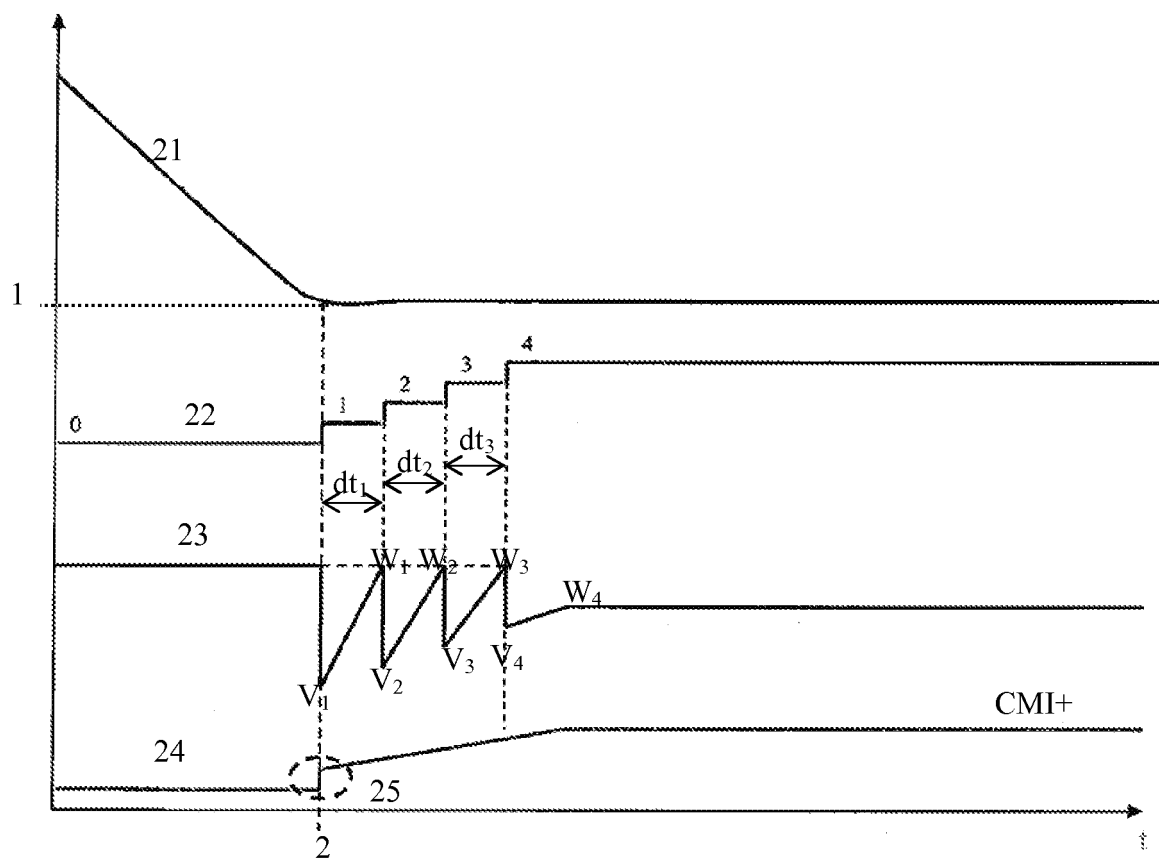
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'on calcule l'avance à l'allumage pour l'activation d'au moins un injecteur (i) ($AVA_{remiseInjecteur}$) de la façon suivante :

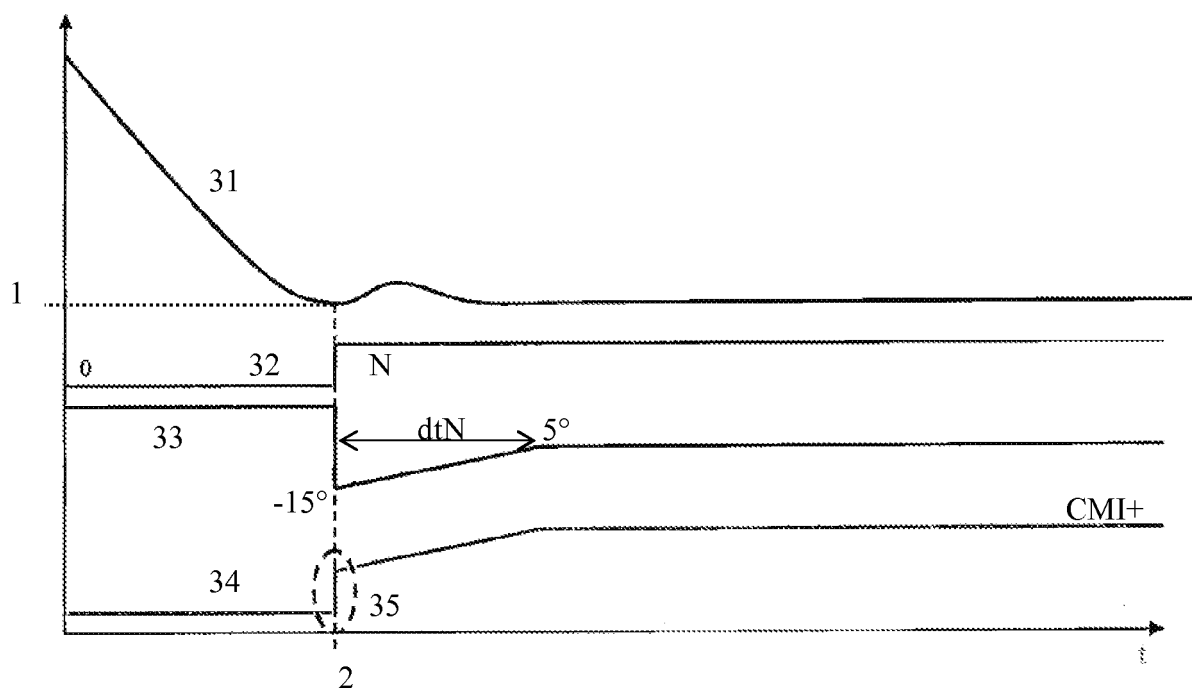
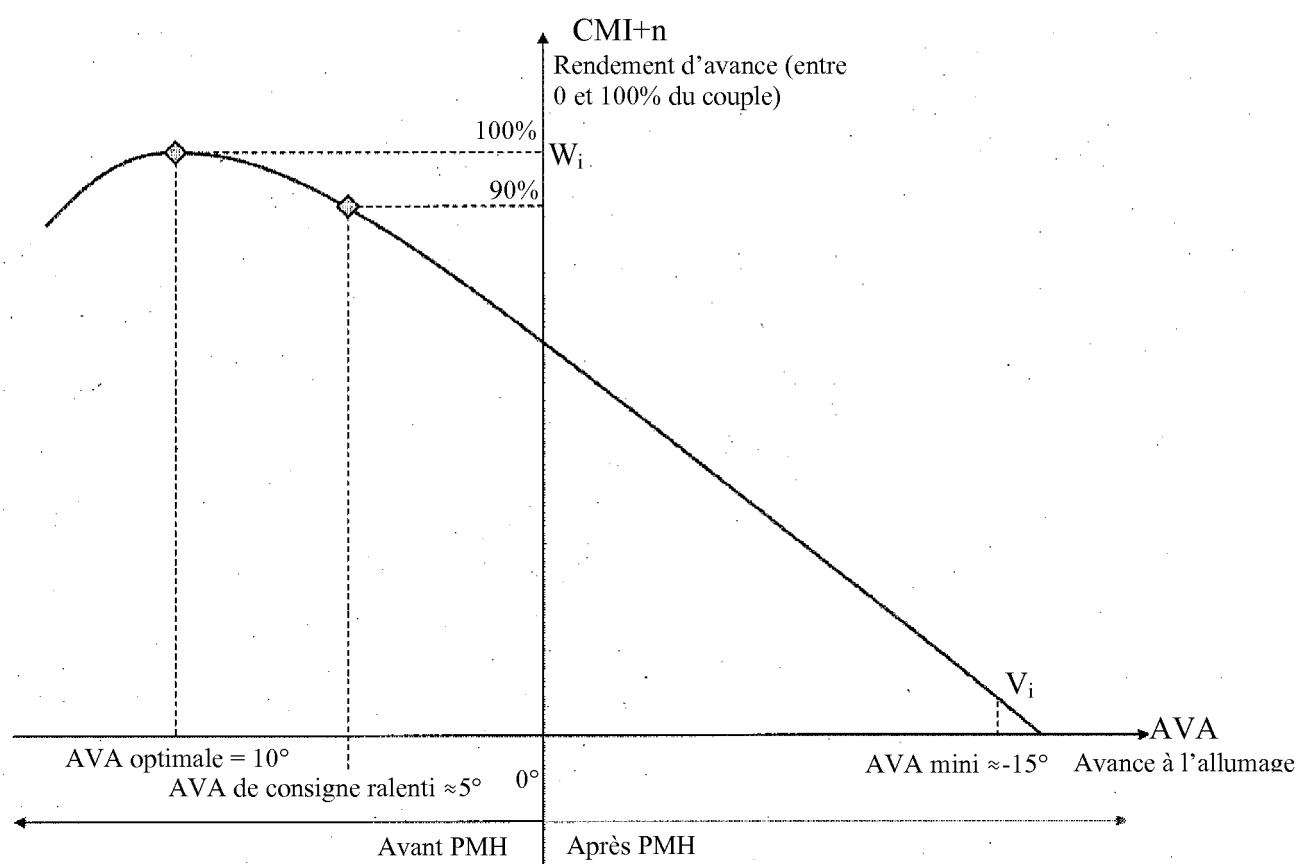
$$AVA_{remiseInjecteur}(t+1) = \max \left(AVA_{mini}; AVA \left[Couple(t) \frac{Nb_{injCouples}(t)}{Nb_{injCouples}(t)+1} \right] \right)$$

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on décide d'activer de nouveau les injecteurs lorsque le moteur présente un régime proche ou inférieur à mille tours par minutes (1000RPM).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la première valeur prédéterminée (V_i) d'avance à l'allumage pour au moins un des (N) injecteurs est comprise entre -18° et -10° .

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que la deuxième valeur prédéterminée (W_i) d'avance à l'allumage pour au moins un des (N) injecteurs est comprise entre 0° et 5° .

**Figure 1****Figure 2**

**Figure 3****Figure 4**