



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
28.06.2006 Bulletin 2006/26

(51) Int Cl.:  
F02D 41/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 05292542.7

(22) Date de dépôt: 01.12.2005

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR  
Etats d'extension désignés:  
AL BA HR MK YU

(72) Inventeur: Audouin, Arnaud  
75018 Paris (FR)

(74) Mandataire: Habasque, Etienne J. Jean-François  
et al  
Cabinet Lavoix  
2, Place d'Estienne d'Orves  
75441 Paris Cédex 09 (FR)

(30) Priorité: 22.12.2004 FR 0413754

(71) Demandeur: Peugeot Citroen Automobiles SA  
78140 Vélizy-Villacoublay (FR)

(54) Système de déclenchement d'une purge de moyens de dépollution comportant un piège à NOx

(57) Ce système de déclenchement d'une purge de moyens de dépollution comportant un piège à NOx et intégrés dans une ligne d'échappement d'un moteur Diesel de véhicule, est caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (7,8,9,10) d'établissement d'un premier coefficient (C0) de taux de remplissage du piège, en NOx, d'un second coefficient (C1) de capacité du piège à réduire les NOx en fonction de sa température, d'un troisième coefficient (C2) de capacité du moteur à opérer

une purge du piège en fonction de son point de fonctionnement, et d'un quatrième coefficient (C3) de capacité du moteur à opérer une purge du piège en fonction de la surconsommation en carburant correspondante, respectivement, des moyens (11) de combinaison de ces coefficients pour obtenir un cinquième coefficient final (C final), et des moyens (12) de comparaison de ce cinquième coefficient à un seuil, pour, en cas de franchissement du seuil, émettre une requête de déclenchement de la purge du piège.

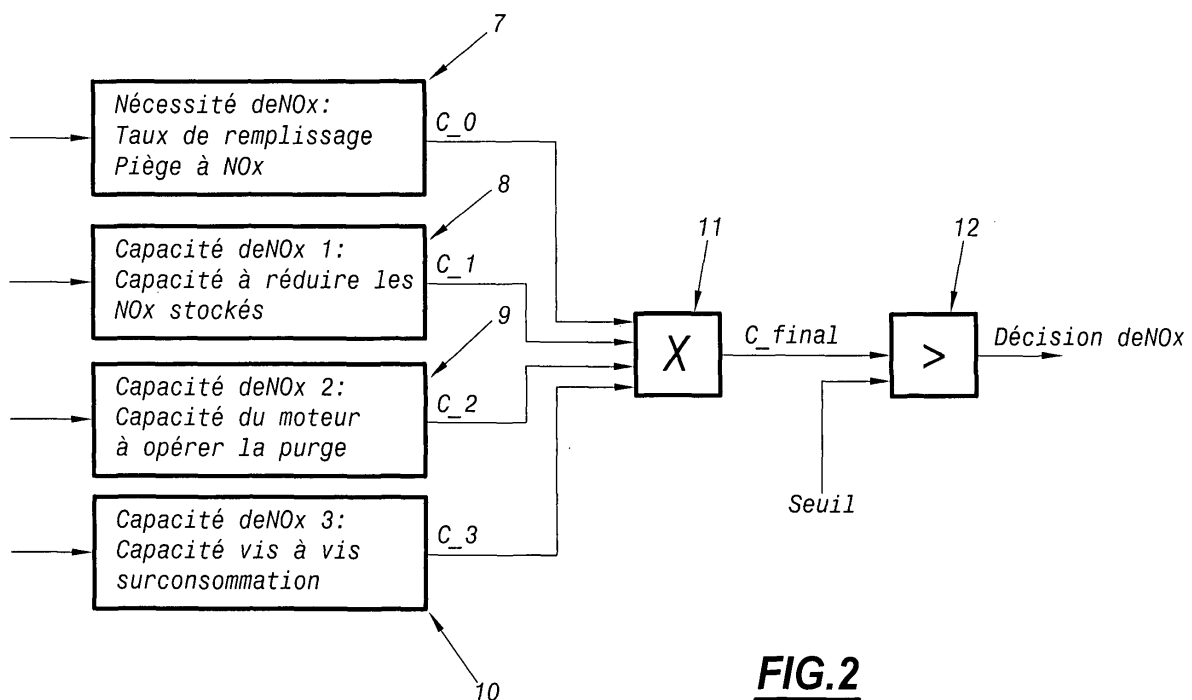


FIG.2

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un système de déclenchement d'une purge de moyens de dépollution comportant un piège à NOx et intégrés dans une ligne d'échappement d'un moteur Diesel de véhicule automobile.

**[0002]** Une réduction significative des NOx émis par un moteur Diesel, lors de son fonctionnement, peut être obtenue par post-traitement des gaz d'échappement à l'aide d'un catalyseur de type piège à NOx.

**[0003]** Le principe de fonctionnement d'un tel catalyseur est de permettre un stockage des NOx dans le catalyseur, par formation d'un complexe stable de type Ba (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

**[0004]** Ce stockage des NOx a alors lieu lors du fonctionnement normal du moteur en mélange pauvre, c'est-à-dire en excès d'oxygène.

**[0005]** Lorsque le catalyseur est saturé en NOx, il est alors nécessaire de le purger afin de réduire les NOx stockés dans le piège.

**[0006]** On sait que ceci peut être réalisé en basculant par exemple le moteur, du mode de fonctionnement en mélange pauvre vers un mode de fonctionnement en mélange riche, c'est-à-dire en excès de carburant.

**[0007]** L'efficacité de stockage décroît à mesure que le piège se remplit en NOx. Il est par conséquent possible d'obtenir une conversion des NOx différente selon l'espace entre les purges et la durée de ces purges.

**[0008]** De même, la quantité de NOx stockable dans le piège n'est pas constante, car elle dépend de la température du catalyseur et donc de la température des gaz d'échappement du moteur.

**[0009]** Ainsi par exemple, une même séquence de fonctionnement pauvre/riche, par exemple de 100 secondes en mélange pauvre et de 5 secondes en mélange riche, conduit à une conversion différente selon la température à laquelle la séquence est opérée.

**[0010]** Enfin, la réduction des NOx, qui nécessite un passage du moteur en mode de combustion riche, n'est réalisable que dans certaines conditions de roulage du véhicule.

**[0011]** En conséquence, l'optimisation de la conversion des NOx dans un piège à NOx, doit prendre en compte un certain nombre de paramètres relatifs au fonctionnement du moteur par exemple, à des grandeurs physiques, etc... Le choix du déclenchement et de l'arrêt des purges est déterminant pour la performance du système de post-traitement, à savoir la conversion des NOx atteinte, la surconsommation associée, la pénalité sur les autres polluants émis, ...

**[0012]** L'application d'un piège à NOx sur un véhicule à moteur Diesel nécessite donc des stratégies permettant la gestion autonome des purges. Ces stratégies doivent être définies de façon à optimiser les différentes prestations attendues du système.

**[0013]** En pratique, ces stratégies sont implantées dans un calculateur, par exemple de contrôle moteur et

elles ont pour but de piloter le fonctionnement du catalyseur en interaction avec le reste des stratégies de contrôle de ce moteur.

**[0014]** Différents procédés et systèmes ont déjà été envisagés, pour optimiser ces purges.

**[0015]** Le but de l'invention est d'améliorer encore ces systèmes.

**[0016]** A cet effet, l'invention a pour objet un système de déclenchement d'une purge de moyens de dépollution comportant un piège à NOx et intégrés dans une ligne d'échappement d'un moteur Diesel de véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens d'établissement d'un premier coefficient de taux de remplissage du piège à NOx, en NOx ;
- des moyens d'établissement d'un second coefficient de capacité du piège à NOx à réduire les NOx stockés en fonction de sa température ;
- des moyens d'établissement d'un troisième coefficient de capacité du moteur à opérer une purge du piège à NOx en fonction de son point de fonctionnement ;
- des moyens d'établissement d'un quatrième coefficient de capacité du moteur à opérer une purge du piège à NOx en fonction de la surconsommation en carburant correspondante ;
- des moyens de combinaison de ces coefficients pour obtenir un cinquième coefficient final, et
- des moyens de comparaison de ce cinquième coefficient final à un seuil, pour, en cas de franchissement du seuil, émettre une requête de déclenchement de la purge du piège à NOx.

**[0017]** Suivant d'autres caractéristiques de l'invention :

- les moyens de combinaison des coefficients comportent des moyens de multiplication de ceux-ci ;
- le seuil est calibrable ;
- les différents moyens d'établissement des coefficients comprennent des modèles respectivement de température, d'émission de NOx, de piège à NOx et de consommation en carburant ; et
- lesdits modèles intègrent des cartographies.

**[0018]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig.1 représente un schéma synoptique illustrant la structure générale d'un système selon l'invention ;
- la Fig.2 représente un schéma synoptique illustrant différents éléments entrant dans la constitution d'un tel système ; et
- les Fig.3, 4, 5, 6 et 7 illustrent l'évolution de différents coefficients mis en oeuvre dans un système selon l'invention.

**[0019]** La présente invention se rapporte donc à une stratégie de prise de décision de lancer une purge d'un catalyseur formant piège à NOx de moyens de dépollution intégrés dans une ligne d'échappement d'un moteur Diesel de véhicule automobile.

**[0020]** Cette décision doit prendre en compte, à la fois des paramètres liés au fonctionnement du moteur et des paramètres liés au fonctionnement du catalyseur formant piège à NOx.

**[0021]** La stratégie décrite est intégrée dans l'ensemble de contrôle du fonctionnement du moteur, sous la forme d'un module appelé « superviseur piège à NOx ».

**[0022]** La décision de déclencher ou non la purge, s'appuie alors sur des paramètres liés au fonctionnement du moteur tels que mesurés, ainsi que sur des grandeurs physiques modélisées, telles que par exemple, un modèle de température, un modèle d'émission de NOx, un modèle de piège à NOx, un modèle de surconsommation en carburant, etc...

**[0023]** La décision de lancer ou de déclencher une purge, est ensuite transmise à un module dit « contrôleur deNOx » chargé de piloter la purge, par exemple en déclenchant une modification des paramètres de contrôle du fonctionnement du moteur, dans le cas où les purges sont réalisées par basculement du moteur en mode de fonctionnement riche à partir d'un mode de fonctionnement pauvre.

**[0024]** Le module de superviseur deNOx qui pilote la décision de lancer une purge et son intégration dans le contrôle moteur, sont décrits sur la figure 1.

**[0025]** Sur cette figure, le superviseur deNOx est désigné par la référence générale 1 et reçoit en entrée, des informations issues de modules de modèle de température désigné par la référence générale 2, de modèle d'émission de NOx désigné par la référence générale 3, de modèle de piège à NOx désigné par la référence générale 4 et de modèle de consommation désigné par la référence générale 5.

**[0026]** En sortie, ce superviseur deNOx 1 est relié à un contrôleur deNOx désigné par la référence générale 6.

**[0027]** Comme cela a été indiqué précédemment, la décision de purger le piège doit prendre en compte un certain nombre de paramètres. Définir une stratégie de décision efficace dans toutes les situations de roulage du véhicule, peut donc s'avérer difficile.

**[0028]** Le concept à la base de l'invention est de représenter l'opportunité d'opérer une purge par plusieurs coefficients (nombre réel compris entre 0 et 2). La décision de lancer une purge est alors prise lorsque le produit des différents coefficients est supérieur à un seuil calibré.

**[0029]** Ceci est illustré sur la figure 2.

**[0030]** On a en effet illustré sur cette figure, l'utilisation de différents coefficients, CO, C1, C2 et C3, qui illustrent deux catégories de coefficients relatifs d'une part, à la nécessité de purger le piège, pour maintenir une conversion des NOx, élevée, et d'autre part, à la capacité à opérer cette purge du piège en respectant les autres

prestations du système, à savoir par exemple en termes de surconsommation, d'émission d'autres polluants, d'agrément de conduite du véhicule, etc..

**[0031]** Ces différents coefficients sont déterminés en fonction des grandeurs physiques mesurées ou modélisées et des paramètres de fonctionnement du moteur.

**[0032]** Le premier coefficient CO est en fait un coefficient de taux de remplissage du piège à NOx, en NOx.

**[0033]** Ce coefficient est délivré par un module correspondant désigné par la référence générale 7.

**[0034]** En effet, au fur et à mesure que le piège à NOx se remplit, son efficacité diminue et il devient alors nécessaire de le purger. En pratique, le coefficient CO est établi en divisant la masse de NOx, modélisée par exemple dans le modèle de piège à NOx, par une capacité de stockage du piège, qui est une fonction dépendant de la température de celui-ci.

**[0035]** Le coefficient C1 délivré par un module correspondant 8, illustre quant à lui un coefficient de capacité du piège à NOx à réduire les NOx stockés, en fonction de sa température.

**[0036]** Une réduction efficace des NOx, c'est-à-dire n'entraînant pas de fortes émissions de CO/HC, ni de désorption excessive de NOx, est obtenue si la température du piège à NOx est suffisamment élevée. Ce coefficient C1 est donc établi en fonction de la température du piège à NOx, modélisé par exemple dans le modèle de température. Typiquement, ce coefficient C1 augmente de 0 à 1 à mesure que la température du piège augmente.

**[0037]** Le troisième coefficient C2 est délivré par un module désigné par la référence générale 9 et correspond à la capacité du moteur à opérer une purge du piège à NOx en fonction de son point de fonctionnement.

**[0038]** En effet, purger le piège nécessite de piloter le moteur en mode de combustion riche. Cette calibration ne couvre pas obligatoirement l'ensemble du champ moteur (par exemple instabilité de la combustion riche à faible charge). De même, il peut être préférable en terme d'agrément de conduite, d'opérer la purge sur certains points de fonctionnement, comme par exemple, lors d'une accélération plutôt que lors d'un déplacement à vitesse stabilisée du véhicule.

**[0039]** En pratique, ce coefficient C2 est déterminé par cartographie dépendant du régime et du débit de carburant injecté.

**[0040]** Le quatrième coefficient C3 est quant à lui délivré par un module 10 et illustre la capacité du moteur à opérer la purge du piège à NOx en fonction de la surconsommation correspondante en carburant.

**[0041]** Le fonctionnement du piège à NOx ne doit en effet pas entraîner une surconsommation trop élevée, c'est-à-dire par exemple inférieure à 5 ou 6%. Les purges, qui entraînent une surconsommation inévitable, ne sont donc autorisées que si cette surconsommation déterminée par exemple dans le modèle de surconsommation, est inférieure à un seuil calibrable.

**[0042]** De façon typique, C3 a la valeur 1 si la purge

est autorisée, et 0 dans le cas contraire.

**[0043]** Ces quatre coefficients sont ensuite combinés et par exemple multipliés, dans un multiplicateur désigné par la référence générale 11, pour délivrer un cinquième coefficient appelé « coefficient final », C final, lequel est comparé dans des moyens de comparaison 12 à une valeur de seuil calibrable.

**[0044]** Une requête de purge du piège à NOx est alors lancée lorsque ce cinquième coefficient C final devient supérieur à ce seuil calibrable.

**[0045]** La stratégie décrite précédemment a été développée et implantée sur un véhicule de développement Diesel. L'une des cibles visée est de permettre un taux de conversion NOx élevé sur un cycle d'homologation MVEG sans dégradation excessive des autres prestations.

**[0046]** La stratégie utilisée doit donc permettre de répondre à cette exigence de façon robuste. Ceci est obtenu par la calibration des différentes courbes et cartographies qui déterminent les coefficients CO, C1, C2 et C3, ainsi que la valeur de seuil à laquelle est comparé le cinquième coefficient C final. La valeur des différents coefficients calculés sur cycle MVEG est donnée à titre d'exemple sur les figures 3 à 7.

**[0047]** On conçoit en particulier sur la figure 3, pour le premier coefficient CO, que sur la partie urbaine du cycle, c'est-à-dire de 0 à 800 secondes, la température et donc la capacité de stockage du piège à NOx sont relativement basses.

**[0048]** Il en résulte que le piège est rapidement rempli et le premier coefficient CO est relativement élevé. Sur la partie extra-urbaine du cycle, c'est-à-dire de 800 secondes à 1200 secondes, la température et donc la capacité de stockage sont plus élevées. Cependant, la quantité de NOx émise est élevée et le piège se remplit rapidement. Le premier coefficient CO augmente alors rapidement après chaque purge.

**[0049]** Sur la figure 4, on a illustré l'évolution du deuxième coefficient C1. Sur la partie urbaine du cycle, on conçoit que la température est relativement basse et la valeur du deuxième coefficient C1 est donc assez faible. Sur la partie extra-urbaine du cycle, la température est plus élevée, résultant en une valeur de C1 plus élevée.

**[0050]** Les figures 5 et 6 illustrent les évolutions des troisième et quatrième coefficients C2 et C3. Sur la partie urbaine du cycle, déclencher une purge sur les vitesses stabilisées ne serait pas favorable en terme de surconsommation, car la purge est alors longue en raison d'une température et d'un débit de gaz d'échappement faibles. La valeur de C3 est nulle. Lorsque la température devient plus favorable ou lorsque les conditions de roulage deviennent plus favorables, la valeur de C3 passe à 1, de 800 à 845 secondes. Lorsqu'une purge a eu lieu, le coefficient C3 est à 0 et interdit toute nouvelle purge, tant que la surconsommation ne repasse en dessous du seuil calibré.

**[0051]** La figure 7 illustre l'évolution du cinquième coefficient C final et la décision relative à la purge du piège

à NOx. Le produit des coefficients CO à C3, présentés ci-dessus, conduit alors au cinquième coefficient C final illustré sur cette figure 7. La calibration du seuil est fixée par exemple à 0,9. Lorsque le coefficient C final devient supérieur à 0,9, une purge est déclenchée par requête.

**[0052]** On conçoit ainsi que les coefficients CO, C1, C2 et C3 permettent de prendre en compte l'ensemble des besoins et capacités du système, à opérer une purge des NOx et ainsi d'optimiser les prestations du système.

**[0053]** De plus, la calibration des courbes cartographiques qui déterminent ces coefficients CO, C1, C2 et C3, permet de définir la stratégie sur cycle d'homologation avec une bonne robustesse. La prise de décision est peu sensible aux dispersions d'un cycle à l'autre ou d'un véhicule à l'autre.

**[0054]** On conçoit alors que le système selon l'invention présente un certain nombre d'avantages, notamment vis à vis des stratégies des superviseurs de piège à NOx actuellement en série, en raison d'une logique de prise de décision différente.

**[0055]** En effet, dans ces superviseurs de l'état de la technique, la décision est prise par comparaison d'un paramètre à un seuil. Par exemple, si la masse de NOx est supérieure à un seuil pour un point de fonctionnement donné, on déclenche une purge. Des comparaisons à plusieurs seuils peuvent également être utilisées dans le cas où on lance par exemple une purge si la masse des NOx est supérieure à un seuil et si un profil de roulage est favorable.

**[0056]** En d'autres termes, les superviseurs de l'état de la technique utilisent un nombre fini de conditions pour permettre de prendre une décision relative à la purge.

**[0057]** Dans le système selon l'invention, la stratégie proposée est différente, car il existe un nombre infini de cas où la décision peut être prise. Chaque paramètre est alors associé à un poids qui peut varier de façon continue. La décision est en fait le produit de ces poids (sans hiérarchie) et est donc également continue. L'intérêt majeur de cette solution est qu'elle permet de prendre en compte de façon simple, un grand nombre de paramètres dans la décision, ce qui permet d'optimiser la décision à toutes les conditions de vie du système.

**[0058]** Par ailleurs, les paramètres choisis et les moyens choisis pour leur affecter un poids (courbe, cartographie, etc.), sont très bien adaptés au fonctionnement du piège à NOx. Ceci permet de satisfaire les nombreuses prestations attendues du système avec une bonne robustesse.

**[0059]** Il va de soi bien entendu que d'autres modes de réalisation encore peuvent être envisagés.

## Revendications

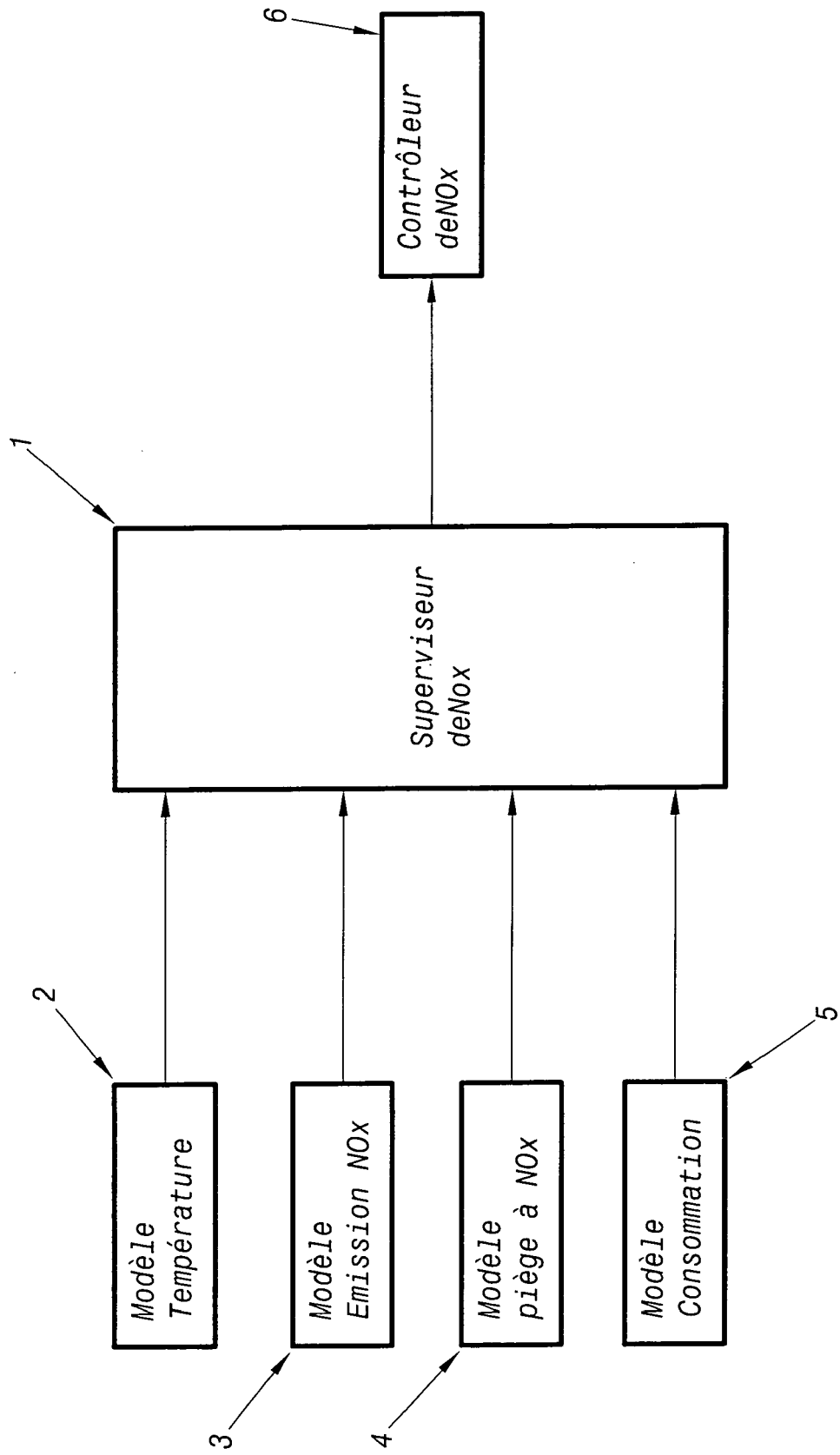
1. Système de déclenchement d'une purge de moyens de dépollution comportant un piège à NOx et intégrés dans une ligne d'échappement d'un moteur Diesel de véhicule automobile, **caractérisé en ce qu'il**

comporte :

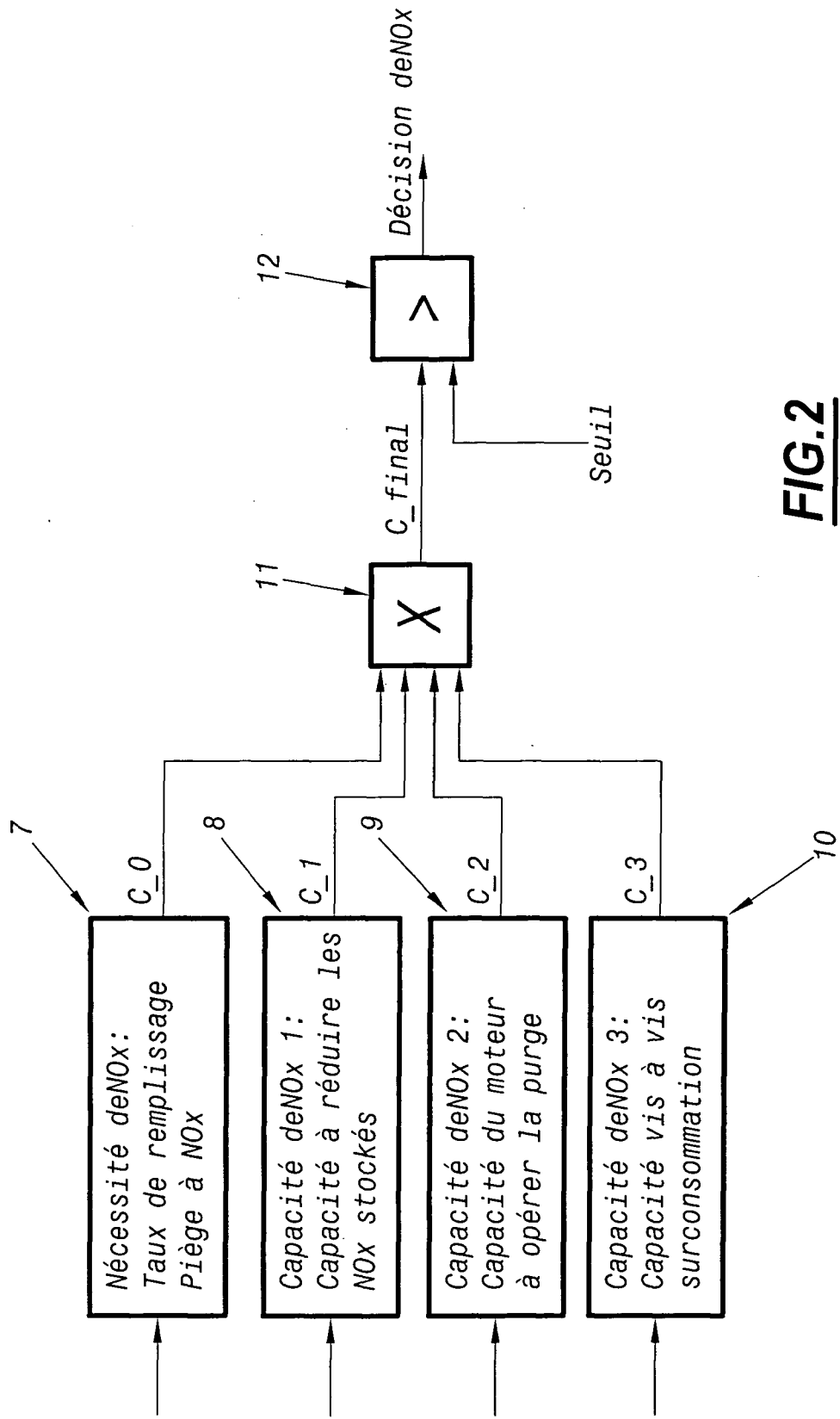
- des moyens (7) d'établissement d'un premier coefficient (CO) de taux de remplissage du piège à NOx, en NOx, 5
  - des moyens (8) d'établissement d'un second coefficient (C1) de capacité du piège à NOx à réduire les NOx stockés en fonction de sa température, 10
  - des moyens (9) d'établissement d'un troisième coefficient (C2) de capacité du moteur à opérer une purge du piège à NOx en fonction de son point de fonctionnement, 15
  - des moyens (10) d'établissement d'un quatrième coefficient (C3) de capacité du moteur à opérer une purge du piège à NOx en fonction de la surconsommation en carburant correspondante, 20
  - des moyens (11) de combinaison de ces coefficients pour obtenir un cinquième coefficient final (C final), et 25
  - des moyens (12) de comparaison de ce cinquième coefficient final à un seuil, pour, en cas de franchissement du seuil, émettre une requête de déclenchement de la purge du piège à NOx.
2. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens de combinaison des coefficients comportent des moyens de multiplication (11) de ceux-ci. 30
  3. Système selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le seuil est calibrable.
  4. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les différents moyens d'établissement des coefficients comprennent des modèles (2,3,4,5) respectivement de température, d'émission de NOx, de piège à NOx et de consommation en carburant. 35  
40
  5. Système selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** lesdits modèles (2,3,4,5) intègrent des cartographies. 45

50

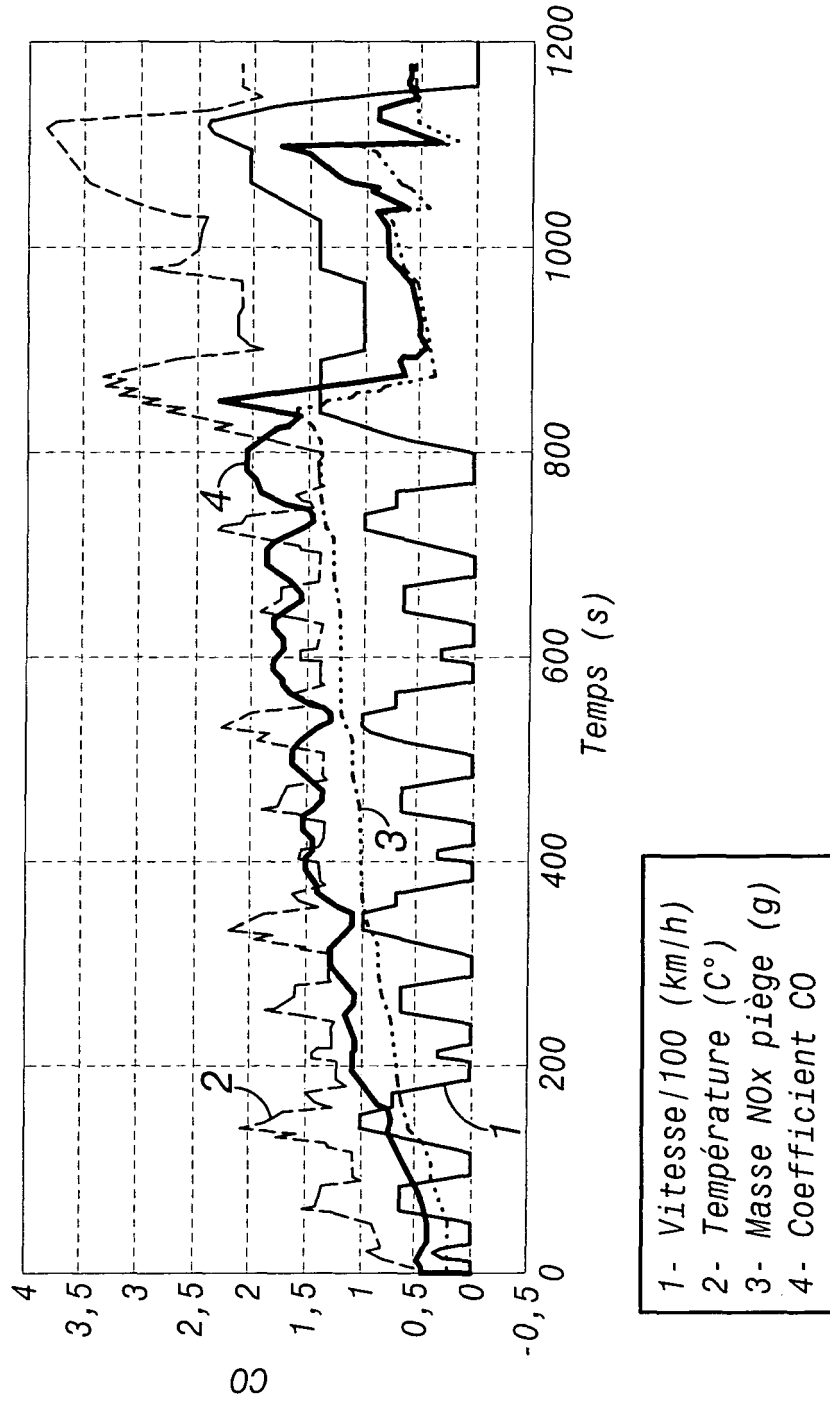
55



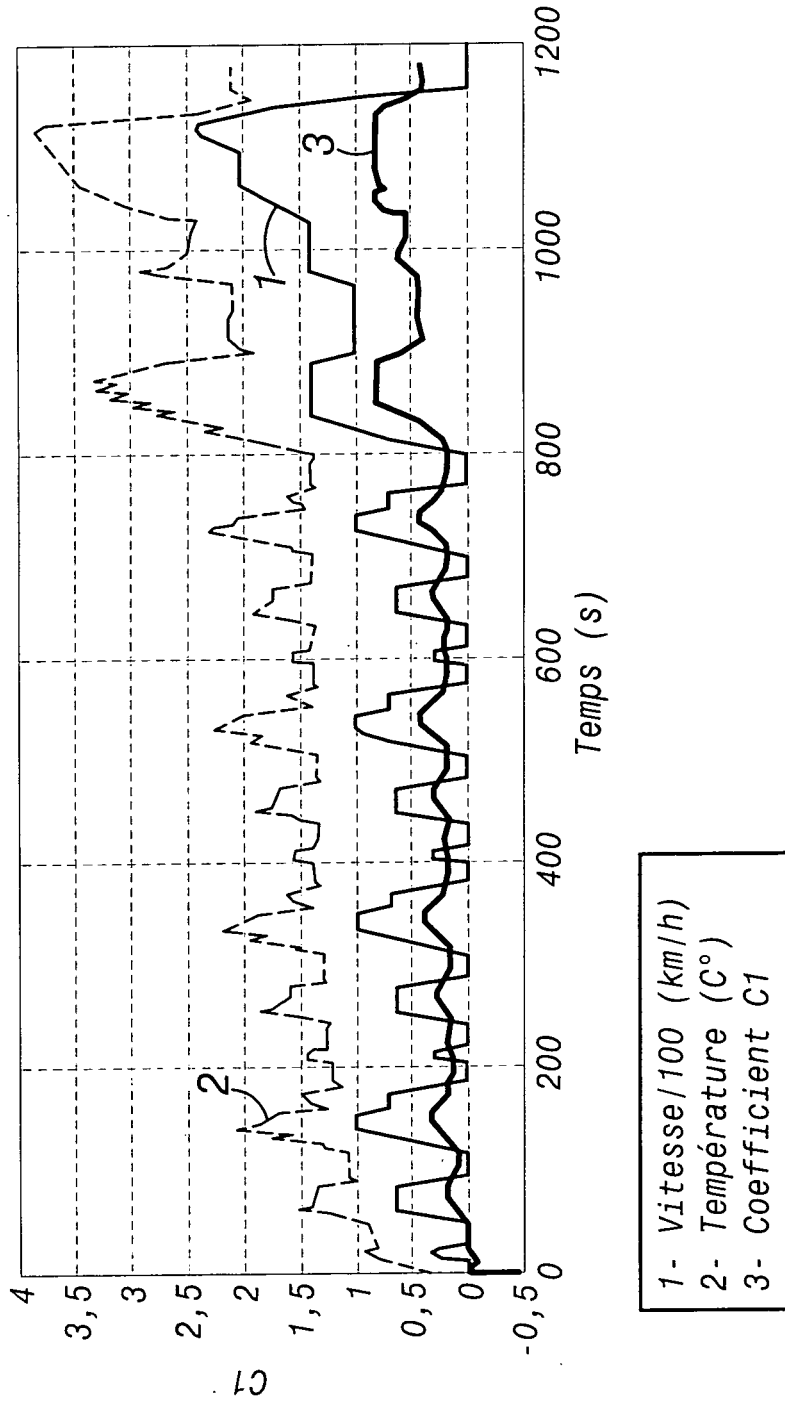
**FIG.1**



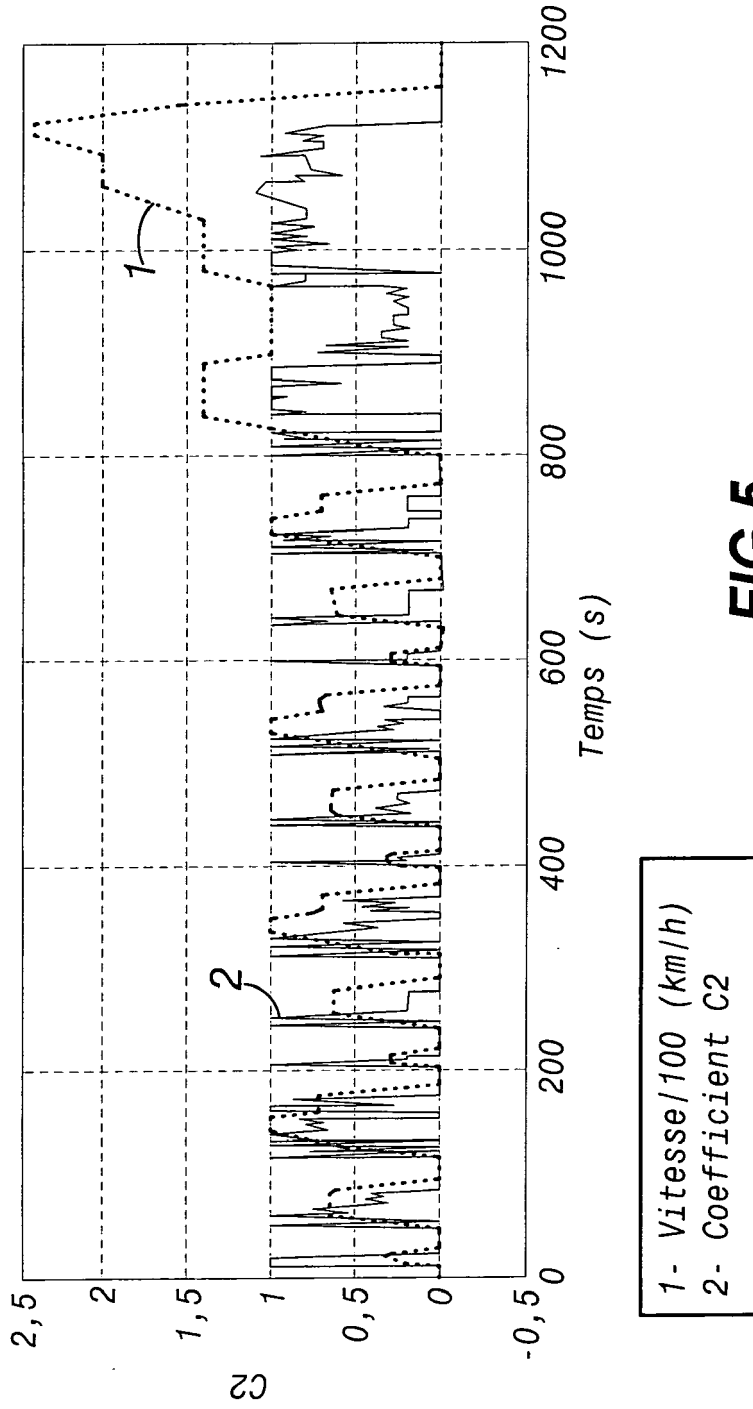
**FIG.2**



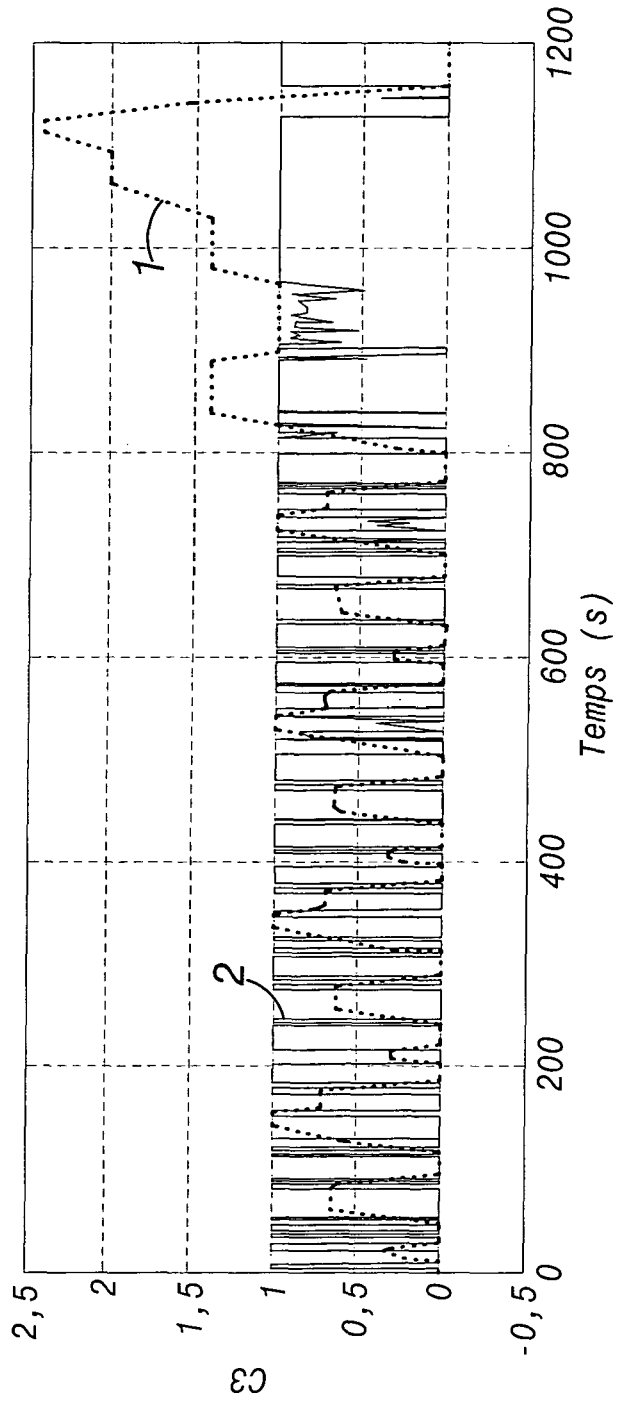
**FIG.3**



**FIG.4**

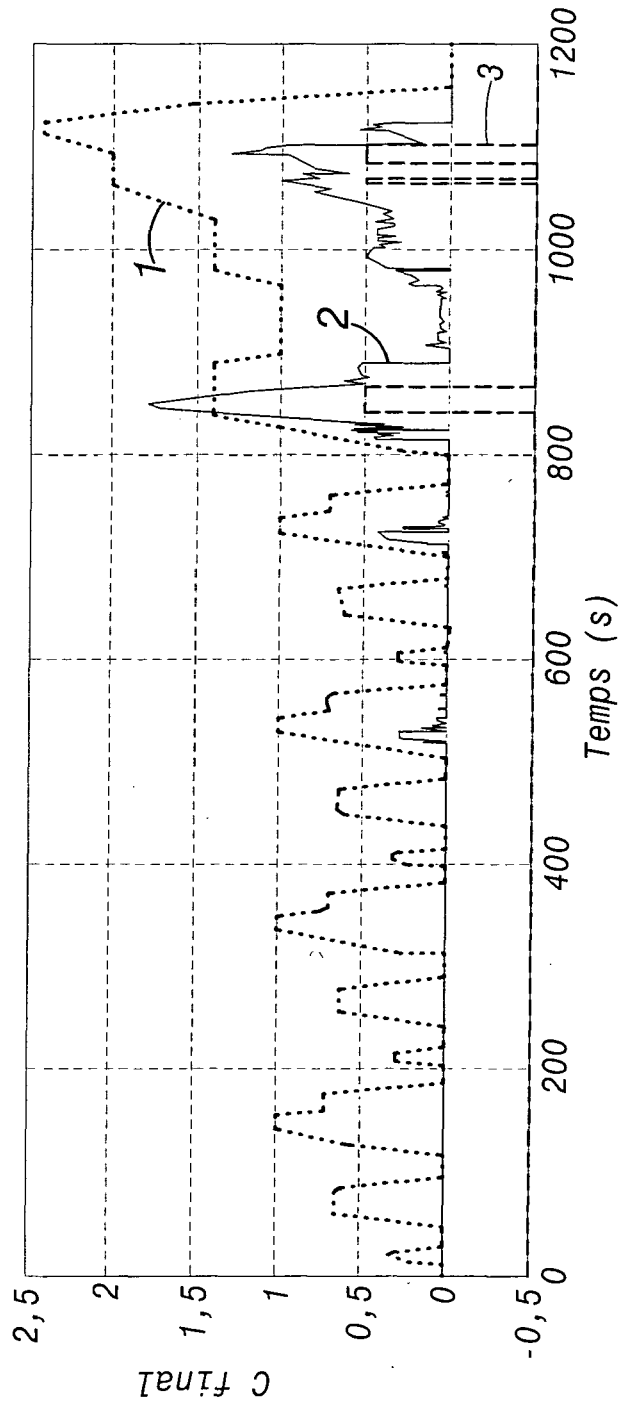


**FIG.5**



1- Vitesse / 100 (km/h)  
2- Coefficient C3

**FIG.6**



- 1- Vitesse/100 (km/h)
- 2- Coefficient C final
- 3- Décision deNOx

**FIG.7**



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 6 304 812 B1 (KOLMANOVSKY ILYA VLADIMIR ET AL) 16 octobre 2001 (2001-10-16) * abrégé; revendications 5,6,11-13; figure 3 * * colonne 5, ligne 29 - colonne 11, ligne 47 *	1-5	F02D41/02
A	DE 102 55 488 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 9 juin 2004 (2004-06-09) * abrégé; revendications 1,3,6-9; figure 2 * * alinéas [0042] - [0054] *	1-5	
A	EP 0 829 623 A (VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT) 18 mars 1998 (1998-03-18) * abrégé; revendications 1,3; figure 2 * * colonne 11, ligne 25 - colonne 12, ligne 55 *	1,4	
A	US 6 370 868 B1 (KOLMANOVSKY ILYA VLADIMIR ET AL) 16 avril 2002 (2002-04-16) * abrégé; revendications 1-5; figure 2 * * colonne 2, ligne 39 - colonne 3, ligne 20 *	1-5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	DE 100 07 048 A1 (VOLKSWAGEN AG) 23 août 2001 (2001-08-23) * abrégé; revendication 13; figure 3 * * colonne 4, ligne 27 - colonne 5, ligne 37 *	1	F02D
A	DE 10 2004 002896 A1 (FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC) 12 août 2004 (2004-08-12) * abrégé; revendication 1; figure 3 * * alinéas [0041] - [0054] *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		19 janvier 2006	Van der Staay, F
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

2

EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 05 29 2542

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-01-2006

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6304812	B1	16-10-2001	AUCUN	
-----				
DE 10255488	A1	09-06-2004	FR 2848252 A1	11-06-2004
			JP 2004176721 A	24-06-2004
-----				
EP 0829623	A	18-03-1998	DE 19636790 A1	12-03-1998
-----				
US 6370868	B1	16-04-2002	AUCUN	
-----				
DE 10007048	A1	23-08-2001	CN 1401049 A	05-03-2003
			WO 0161162 A1	23-08-2001
			EP 1272744 A1	08-01-2003
			JP 2003522893 T	29-07-2003
			US 2003115858 A1	26-06-2003
-----				
DE 102004002896	A1	12-08-2004	GB 2399038 A	08-09-2004
			US 2004144085 A1	29-07-2004
-----				

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82