

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication :

2 901 841

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national :

06 04936

51) Int Cl<sup>8</sup> : F 01 N 11/00 (2006.01), F 01 N 3/20

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 02.06.06.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 07.12.07 Bulletin 07/49.

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) : *RENAULT SAS Société par actions simplifiée* — FR.

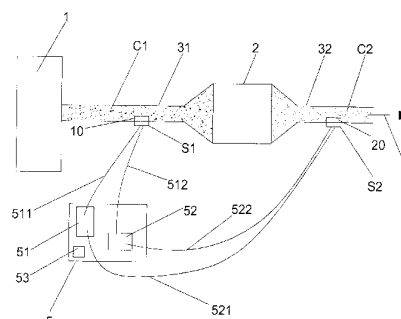
72) Inventeur(s) : DIONNET BERNARD et GUYON MARC.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET DEBAY.

54) PROCÉDE DE DIAGNOSTIC D'UNE FONCTION D'OXYDATION EN MELANGE PAUVRE.

57) Procédé et dispositif de diagnostic de l'état de fonctionnement d'un élément catalytique (2) d'une ligne d'échappement d'un moteur (1) à combustion interne caractérisé en ce qu'il consiste à comparer une valeur de référence émise par une première sonde à oxygène (S1) placée en amont d'un élément catalytique, à une valeur mesurée en continu lors du roulage du véhicule par une deuxième sonde (S2) à oxygène placée en aval de l'élément catalytique. Le procédé comportant une étape d'évaluation d'un écart obtenu lors de la comparaison entre la valeur de référence et la valeur mesurée.



FR 2 901 841 - A1



### **Procédé de diagnostic d'une fonction d'oxydation en mélange pauvre**

L'invention se rapporte au domaine du traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, et plus particulièrement à un procédé et un dispositif de l'état de fonctionnement d'un élément catalytique d'un moteur à combustion interne fonctionnant en mélange pauvre.

Les moteurs à combustion interne produisent des gaz d'échappement qui contiennent des substances polluantes, telles que les oxydes d'azote (Nox), les hydrocarbures imbrûlés (HC), le monoxyde de carbone (CO), qu'il est nécessaire de traiter avant de les évacuer vers l'atmosphère.

Pour cela, les véhicules automobiles sont souvent pourvus d'un convertisseur catalytique dit d'oxydation disposé dans la ligne d'échappement du moteur, permettant d'oxyder les molécules réductrices que sont le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures imbrûlés (HC) et la partie organique des particules diesel (SOF).

Les véhicules automobiles sont généralement pourvus d'un dispositif de contrôle de l'état de fonctionnement du convertisseur, apte, d'une part, à contrôler le bon fonctionnement du convertisseur et, d'autre part, à signaler tout dysfonctionnement au conducteur.

Parmi les causes de dysfonctionnement, le vieillissement du convertisseur engendre une baisse de l'efficacité de conversion des hydrocarbures imbrûlés, du monoxyde de carbone et des SOF, due entre autres à une diminution de la surface active de traitement des polluants au sein du convertisseur d'où une augmentation de la température d'amorçage thermique des réactions d'oxydation produites au sein de ce dernier, c'est-à-dire la température à partir de laquelle l'efficacité de conversion est supérieure ou égale à 50%.

Il est connu par le brevet EP 1 323 905 un procédé et son dispositif permettant de déterminer l'état du convertisseur d'une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne. Ce procédé consiste à contrôler l'état de

fonctionnement du convertisseur par injection tardive de carburant dans la ligne d'échappement et la mesure de la valeur d'une variable représentative de la quantité de chaleur dégagée par une réaction d'oxydation au sein du convertisseur catalytique. Ainsi, pour contrôler l'état de fonctionnement du convertisseur, le dispositif contrôle la quantité de chaleur dégagée lors du fonctionnement du convertisseur à une température correspondant à l'amorçage thermique d'un convertisseur sain. Il est ainsi possible de détecter l'accroissement de la température d'amorçage thermique du convertisseur pour décider, si cet accroissement dépasse une valeur de seuil prédéterminée, que le convertisseur est défectueux. Pour effectuer ces mesures, le dispositif comporte au moins une sonde de température disposée en aval du convertisseur catalytique. Cette valeur de température est ensuite comparée avec la valeur de température correspondant à un convertisseur sain. La valeur de température correspondant à un convertisseur sain est déterminée soit avec une sonde de température disposée en amont du convertisseur, soit à partir d'une courbe de référence réalisée sur un convertisseur sain.

Un inconvénient de ce dispositif est qu'il ne permet pas de quantifier directement l'efficacité d'oxydation du convertisseur puisqu'il repose sur l'impact d'une injection tardive.

Un autre inconvénient de ce dispositif est qu'il n'est pas prévu pour suivre en continu la performance catalytique du convertisseur, notamment durant la vie du véhicule.

La présente invention a donc pour objet de palier ces inconvénients en proposant un procédé et son dispositif dont le but est de quantifier l'efficacité d'oxydation d'un élément catalytique, d'un moteur à combustion interne, pendant toute la durée de vie de l'élément catalytique en limitant la quantité de réducteurs et donc en limitant les émissions de polluants, la consommation de carburant et les émissions de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>).

Dans ce but, l'invention propose un procédé de diagnostic de l'état de fonctionnement d'un élément catalytique d'une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne caractérisé en ce qu'il consiste à comparer une

valeur de référence émise par une première sonde à oxygène placée en amont d'un élément catalytique, à une valeur mesurée en continu lors du roulage du véhicule par une deuxième sonde à oxygène placée en aval de l'élément catalytique.

5            Selon une autre caractéristique de l'invention le procédé comporte une étape d'évaluation d'un écart obtenu lors de la comparaison entre la valeur de référence et la valeur mesurée.

             Selon une autre caractéristique de l'invention la mesure du signal émis par la sonde à oxygène est obtenue en réalisant les étapes suivantes :

10           - mise sous tension et chauffage d'un capteur de température de la sonde,

             - arrêt du chauffage du capteur, tout en maintenant la valeur du courant de la tension, de façon à permettre une diminution de la température du capteur,

15           - mesure du signal émis par la sonde au fur et à mesure de la diminution de la température du capteur en fonction du temps par des moyens de mesure du calculateur du véhicule,

             - retraitement du signal par des moyens de retraitement du calculateur.

20           Selon une autre caractéristique de l'invention le chauffage de la sonde à oxygène est obtenu en établissant un courant de valeur supérieure à la valeur de courant habituelle, de façon à avoir un excès de réducteur dans la cavité de mesure de la sonde.

             Selon une autre caractéristique de l'invention le retraitement est  
25 effectué en appliquant un modèle mathématique de retraitement de signaux sur au moins une valeur mesurée afin d'obtenir une valeur utilisable pour la comparaison avec la valeur de référence.

             Selon une autre caractéristique de l'invention le retraitement est  
30 effectué en appliquant un modèle mathématique de retraitement de signaux sur deux valeurs mesurées afin d'obtenir des valeurs utilisables pour la comparaison avec la valeur de référence.

Selon une autre caractéristique de l'invention la courbe de référence de la première sonde est obtenue à partir d'une courbe de référence établie préalablement.

5 Selon une autre caractéristique de l'invention la courbe de référence est établie à partir d'une sonde à oxygène disposée en amont de l'élément catalytique à tester dont le signal émis est analysé de la même façon que celui de la sonde disposée en aval de l'élément catalytique à tester.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention la courbe de référence est établie au cours des premiers kilomètres de roulage du véhicule lorsque l'efficacité de l'élément catalytique est maximale.

Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif permettant la mise en œuvre du procédé.

15 Ce but est atteint par le fait que le dispositif de diagnostic de l'état de fonctionnement d'un élément catalytique permettant de mettre en œuvre le procédé selon l'invention comprend au moins une sonde à oxygène disposée en aval de l'élément catalytique à tester permettant de mesurer la valeur à analyser, des moyens de mesure du signal émis par la sonde à oxygène et des moyens de retraitement du signal émis par la sonde à oxygène, les moyens de mesure et de retraitement étant situés dans le  
20 calculateur du véhicule.

Selon une autre caractéristique de l'invention le dispositif comporte au moins une sonde à oxygène disposée en amont de l'élément catalytique à tester permettant de déterminer les valeurs de référence auxquelles la valeur mesurée est comparée.

25 Selon une autre caractéristique de l'invention le dispositif comporte chaque sonde à oxygène comporte un capteur pouvant être chauffé.

Selon une autre caractéristique de l'invention le dispositif comporte chaque sonde à oxygène comporte une cellule de mesure dans laquelle s'effectuent les réactions catalytiques permettant d'émettre le signal.

30 L'invention, avec ses caractéristiques et avantages, ressortira plus clairement à la lecture de la description faite en référence aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de profil du dispositif selon l'invention ;
  - la figure 2 est une représentation schématique de l'évolution de la teneur en oxygène à différent niveau du dispositif, en haut pendant le chauffage du capteur, en bas après arrêt du chauffage du capteur, pour fig. 2A : un élément catalytique neuf, fig. 2B : un élément catalytique dégradé, fig. 2C : un élément catalytique hors d'usage
  - la figure 3 est une représentation schématique de l'évolution du signal de la sonde à oxygène en fonction du temps ou de la température du capteur de la sonde,
  - la figure 4 est une représentation schématique de différents exemples du signal de la sonde avant retraitement et après retraitement de deux mesures  $V_{si}$  et  $V_{sj}$  avec fig. 4A :  $V_{si}-V_{sj}$ , fig. 4B :  $\int V_{si} di$ , fig. 4C :  $\int V_{ref}-V_{si} di$ .
  - La figure 5 est une représentation schématique de différents exemples du signal de la sonde avant retraitement et après retraitement d'une mesure avec fig. 5A :  $V_{si} di$ , fig. 5B :  $dV_{si}/dt$
- L'invention va à présent être décrite en référence aux figures 1 à 4.
- La figure 1 illustre le dispositif selon l'invention. Ce dispositif de diagnostic de l'état de fonctionnement d'un élément catalytique d'une ligne d'échappement d'un moteur (1) à combustion interne est donc composé de l'élément catalytique (2) à tester disposé sur la ligne (32) d'échappement du moteur à combustion interne dans le sens d'évacuation (4) des gaz d'échappement
- Le dispositif comporte une première sonde (S1) à oxygène disposée sur la ligne (31) d'échappement en amont de l'élément (2) catalytique à tester. Cette sonde (S1) détermine la quantité d'oxygène (C1) dans l'air présent dans le conduit (31) d'échappement avant son passage dans l'élément catalytique (2). Les mesures effectuées avec cette première sonde (S1) servent de référence et permettent de définir la qualité d'oxydation de l'élément catalytique en comparant les valeurs obtenues avec les sondes avant (S1) et après (S2) l'élément catalytique (2).

Le dispositif comporte donc au moins une deuxième sonde (S2) à oxygène placée en aval de l'élément (2) catalytique. Cette sonde (S2) est disposée en sortie du moteur et est traversée par le conduit d'échappement. Cette sonde (S2) sert à déterminer la quantité d'oxygène (C2), et ainsi la  
5 quantité de réducteurs restant dans les gaz présents dans le conduit (32) d'échappement après leur passage dans l'élément catalytique (2).

Les sondes à oxygène (S1, S2) sont reliées (522, 521, 512, 511) à des moyens (52) de calcul et des moyens (51) de retraitement des données disposés dans le calculateur (5) du véhicule. Le calculateur comporte  
10 également des moyens (53) de mémorisation qui serviront à mémoriser les valeurs de référence.

Les sondes à oxygène S1 et S2 comportent une cellule dans laquelle ont lieu les réactions catalytiques permettant de déterminer la concentration de réducteurs dans l'air d'échappement. Elles comportent également un  
15 capteur (10, 20) dont la température peut varier lorsqu'on le fait chauffer.

Dans leur principe de fonctionnement, les sondes à oxygène S1 et S2, couramment dénommées UEGO, LSU, UHEGO, OSL selon les fournisseurs, agissent donc comme un catalyseur. Leur élément sensible, le capteur (10, 20) peut être chauffé à différentes températures, ce qui lui  
20 confère le potentiel d'activer différentes réactions catalytiques, comme l'oxydation du monoxyde de carbone et des hydrocarbures. Ces réactions catalytiques transforment les composés en dioxyde de carbone et en eau. Ces composés réducteurs (CO et Hydrocarbures) présents dans les échappements, ont des formulations chimiques très variées qui leur  
25 confèrent des réactivités catalytiques très différentes les unes des autres se traduisant par des besoins différents de température pour amorcer leur transformation (oxydation) en dioxyde de carbone et en eau. Lorsque les sondes S1 et S2 sont chauffées à haute température (la valeur nominale ou standard dans ces conditions de fonctionnement est de l'ordre de 750 à  
30 800°C), elles ont le potentiel d'oxyder la totalité des réducteurs (hydrocarbures...) présents dans le mélange gazeux, indépendamment de leur nature et/ou affiliation chimique. Si la température du capteur (10, 20)

est baissée jusqu'à environ 300°C, alors les molécules d'hydrocarbures les moins réactives sont de moins en moins oxydées, telles que le méthane et d'une manière plus générale les chaînes carbonées courtes et les hydrocarbures insaturés. Le signal électrique délivré par les sondes (S1, S2) est conditionné par la quantité d'oxygène qui reste dans les gaz après l'ensemble des réactions catalytiques, donc par la quantité de réducteur non oxydé, celle-ci dépendant comme précisé ci dessus, de la température de la sonde à chaque instant.

Le procédé consiste alors à analyser l'évolution des signaux de la sonde (ou des sondes) en fonction de l'évolution de la température du capteur.

Pour cela dans une première étape, la tension aux bornes de la sonde (S2), habituellement asservie à 450 mV sera volontairement asservie à un niveau de tension supérieur (par exemple 750 mV) afin d'obtenir une grande richesse en réducteur dans la cavité de mesure interne au capteur. L'objectif est d'avoir un excès de réducteur (Hydrocarbures..) dans la cavité de mesure. Cet état d'asservissement permet de fixer le courant qui sera maintenu dans la suite du procédé.

Dans une seconde étape, avec le courant précédemment cité maintenu fixe (cela signifie l'absence d'asservissement de la tension aux bornes de la cellule de mesure), on procède à l'arrêt du chauffage du capteur afin d'obtenir une décroissance de sa température en fonction du temps. L'évolution du signal électrique aux bornes de la cellule de mesure initialement à 750 mV va décroître, à mesure que la température baisse. Le profil de décroissance sera fonction de la concentration d'oxygène restant consécutivement aux réactions catalytiques s'étant déroulées dans le catalyseur dans une première étape et dans la cavité de mesure de la sonde dans une seconde étape.

La figure 2 permet de bien visualiser l'évolution de la teneur en oxygène au niveau des trois lieux essentiels du principe de fonctionnement du procédé qui sont la sortie moteur (SM), après l'élément catalytique (AC) et dans la cellule de mesure (CM) de la sonde à oxygène. Cette figure est



décomposée en deux entités dans sa structure verticale. La partie supérieure s'intéressant aux événements associés à la première étape (tension aux bornes de la sonde asservie à une valeur proche de 750 mV), alors que la partie inférieurs permet de visualiser les teneurs en oxygène lors  
5 de la seconde étape du procédé (courant maintenu et arrêt du chauffage de la sonde).

La figure est scindée en trois parties, se consacrant consécutivement aux réponses qu'il est possible de prévoir avec un catalyseur neuf (figure 2A), un catalyseur appelé dégradé (figure 2B), mais qui offrirait encore des  
10 propriétés catalytiques suffisantes pour le respect de la législation en vigueur, et enfin, un catalyseur hors d'usage (figure 2C), qui nécessiterait un remplacement. Les valeurs  $VO_1$ ,  $VO_{1n}$ ,  $d$  et  $h$  et  $VO_2$ ,  $VO_{2n}$ ,  $d$  et  $h$  se consacrent respectivement à la teneur en oxygène dans la ligne d'échappement en amont de l'élément catalytique et en aval de l'élément  
15 catalytique à diagnostiquer pour l'étape 1 et l'étape 2, alors que les valeurs indiquées par les sigles  $X_i$ ,  $Y_j$  ou  $E$  désignent des teneurs qu'on pourrait mesurer au niveau du capteur de la sonde.  $E$  représente la teneur en oxygène dans la cellule de mesure de la sonde à oxygène pour un élément catalytique neuf ou performant,  $X_1$  représente la teneur en oxygène dans la  
20 cellule de mesure de la sonde à oxygène pour un élément catalytique dégradé au cours de l'étape 1,  $X_2$  représente la teneur en oxygène dans la cellule de mesure de la sonde à oxygène pour un élément catalytique hors d'usage au cours de l'étape 2,  $Y_1$  représente la teneur en oxygène dans la cellule de mesure de la sonde à oxygène au cours de l'étape 1,  $Y_2$   
25 représente la teneur en oxygène dans la cellule de mesure de la sonde à oxygène pour un élément catalytique hors d'usage au cours de l'étape 2. On s'intéresse donc à la concentration en oxygène en sortie du moteur, à celle que l'on pourrait mesurer derrière le catalyseur, et enfin, à celle présente dans la cellule de mesure de la sonde à oxygène.

30 Dans tous les cas, on peut considérer constante la concentration en oxygène en sortie du moteur ( $VO_1$ ,  $VO_2$ ), celle-ci ne dépendant que du point de fonctionnement du moteur, conséquence de la vitesse du véhicule et des

conditions environnementales (température, altitude, montée/descente, charge du véhicule etc. ...).

La teneur en oxygène derrière le catalyseur est totalement conditionnée par l'efficacité de ce dernier. Un élément neuf (En) ou très performant va être à même de pouvoir traiter des quantités très importantes de réducteurs (CO, HC, H<sub>2</sub>), en utilisant les molécules d'oxygène pour générer les réactions d'oxydation. Celles-ci peuvent s'écrire de façon synthétique par [Red] + O<sub>2</sub> -> CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O. (équation 1). Le catalyseur neuf ou très performant va donc consommer une quantité importante de la quantité d'oxygène émise par le moteur. La quantité d'oxygène derrière le catalyseur va donc baisser de façon importante. On la notera VO<sub>2n</sub>. Cette quantité d'oxygène va donc d'autant plus baisser que le catalyseur sera efficace.

Un catalyseur dégradé (Ed) sera par contre moins à même de pouvoir activer les réactions d'oxydation des réducteurs de l'équation 1. Dans cette configuration, une certaine quantité d'oxygène émis par le moteur sera néanmoins consommée, mais dans des proportions plus faibles que dans le cas précédent. La concentration en oxygène après le catalyseur dégradé, dénommée VO<sub>2d</sub> sera donc inférieure à celle mesurée en sortie moteur VO<sub>2</sub> mais supérieure à celle mesurée avec un catalyseur neuf VO<sub>2n</sub>. Enfin, dans le cas d'un catalyseur hors service (Eh), la même situation se passera, mais l'aptitude du catalyseur à initier les réactions d'oxydation sera considérablement réduite, voire totalement anéantie. De ce fait, les concentrations en oxygène en amont et en aval du catalyseur seront très proches et dans le même temps les quantités en réducteurs seront très importantes ou au même niveau que celle que l'on avait en sortie moteur. On aura donc VO<sub>2n</sub><VO<sub>2d</sub><VO<sub>2h</sub>.

Ainsi en fonction du degré de dégradation du catalyseur, la sonde baignera donc dans des environnements gazeux différents :

- Pour un élément catalytique neuf : pas ou peu de réducteur et teneur en oxygène la plus faible

- Pour un élément catalytique vieilli : quantité raisonnable de réducteur et teneur en oxygène moyenne

- Pour un élément catalytique hors service : quantité de réducteur maximale et teneur en oxygène maximale

5 De la même façon, à mesure que la température de chauffage de la sonde baisse, un certain nombre de réactions catalytiques vont être progressivement désactivées. Ce faisant, la concentration en réducteurs (certains types d'hydrocarbures) ainsi qu'en oxygène, vont être amenées à croître dans la cellule de mesure de la sonde (S1, S2) à oxygène générant  
10 alors une modification du signal de sortie de la sonde.

Le profil de décroissance (6) à partir de l'arrêt (A) du chauffage du capteur (10, 20) illustré sur la figure 3 sera donc fonction de deux paramètres:

- du profil de baisse de la température de la sonde

15 - des espèces chimiques présentes derrière le catalyseur (les réducteurs). Celles-ci étant conditionnées par l'efficacité du convertisseur catalytique comme explicité ci-dessus. Plus celui-ci est efficace, plus les quantités de réducteur seront faibles.

Pour déterminer l'efficacité de l'élément catalytique il est alors  
20 nécessaire dans le processus de mise au point global d'effectuer un étalonnage ou bien un abaque du profil des courbes de signaux de sonde pour différents degrés de dégradation du catalyseur, afin d'être à même tout au long de la durée de vie du véhicule de pouvoir estimer, l'efficacité du système de post traitement catalyseur.

25 Une partie du procédé consiste ensuite en un traitement du signal émis par le capteur de la sonde (S2) en aval de l'élément catalytique, ou bien comme déjà mentionné précédemment, par l'analyse comparative des signaux de 2 sondes (S1, S2) placées de part et d'autre de l'élément catalytique, la sonde (S1) située en amont servant de référence.

30 En effet, la sonde (S1) placée en amont peut d'un point de vue fonctionnel être considérée comme étant une sonde située derrière un

5 catalyseur totalement dégradé. Elle peut donc être à ce titre utilisée comme une valeur de référence.

Les différentes voies pour le retraitement du signal émis par la sonde à oxygène sont celles couramment utilisées, basées sur des fonctions mathématiques de type intégral, dérivées etc... Nous allons ici détailler un certain nombre de voie de retraitement possible illustrées sur les figures 4 et 5.

Il s'agit donc de s'intéresser plus particulièrement à la portion de courbe comprise entre deux évènements temporels notés ici i et j (ou bien deux températures du capteur). De façon exhaustive, i et j peuvent être compris entre zéro et l'infini. On privilégiera i proche de l'instant 0 pour augmenter la précision du diagnostic. L'intervention nécessite de plus  $j \geq i$ . Dans le cas où  $i=j$ , cela revient à s'intéresser à un unique moment temporel, et à la valeur de la sonde ( $V_s$ ) correspondante.

15 La figure 4 représente les résultats possibles pour deux mesures du signal émis par la sonde à différents temps ou différentes températures. La figure 4A illustre le retraitement avec  $V_{si}-V_{sj}$ , la figure 4b:  $\int V_{si} di$ , la figure 4C avec :  $\int V_{ref}-V_{si} di$ .

La figure 5 représente les résultats possibles pour i et j confondus, c'est-à-dire  $V_{si}=V_{sj}$ . La figure 5A avec  $V_{si} di$ , la figure 5B avec  $dV_{si}/dt$ .

Pour chacun des exemples illustrés sur les figures 4 et 5 sont représentés les retraitements prévisionnels des signaux pour 4 états de vieillissement du catalyseur:

- l'élément catalytique est dans un état qualifié « neuf » (En), correspondant à un très faible kilométrage du véhicule, n'ayant pas permis au catalyseur d'être exposé à des hautes températures de gaz d'échappement. Concrètement, cette situation peut se présenter lors de la vérification de la conformité de production du véhicule lors des tests effectués en fin de chaîne dans les usines d'assemblage.

30 - l'élément catalytique est dégradé (Ed) mais ses performances d'oxydation sont encore suffisantes pour assurer les niveaux d'émission

échappement requis par la législation. A ce stade, le catalyseur a été exposé à des températures élevées, mais le profil d'utilisation par le client a été raisonnable d'un point de vue des températures échappement. Une telle situation pourrait se décliner en une information transmise au système de

5 contrôle moteur, indiquant qu'une évolution supérieure de la dégradation du catalyseur pourrait être néfaste.

- l'élément catalytique est dégradé (Eg) et ses performances ne sont plus suffisantes vis-à-vis de la législation. Une telle situation doit engager une opération corrective dans le réseau d'entretien du véhicule. Toutefois,

10 bien que la législation stricte ne soit pas respectée, l'élément catalytique est encore suffisamment efficace pour respecter les seuils OBD (seuil d'ON BOARD DIAGNOSTIC), nécessitant l'allumage d'un voyant de diagnostic au tableau de bord.

- l'élément catalytique (Eh) est totalement hors d'usage, notamment

15 vis-à-vis des seuils OBD, qui sont alors dépassés et induisent l'allumage du voyant au tableau de bord. Il convient de noter à ce stade que ces différents exemples sont donnés à titre d'étalonnage, permettant d'établir des abaques empiriques établissant une loi entre les valeurs des signaux sondes et l'efficacité du catalyseur et particulièrement son positionnement vis-à-vis des

20 seuils législatifs.

A partir du retraitement du signal de la sonde il est alors possible de déterminer l'état de fonctionnement de l'élément catalytique. Pour cela comme expliqué précédemment la valeur mesurée est comparée à la valeur de

référence.

25 Lors du roulage du véhicule par le client, il sera alors possible de comparer les valeurs mesurées avec ces différentes voies de retraitement des signaux, avec celles issues de processus de calibration ou d'un abaque, ou bien encore, comme mentionnée précédemment, avec une sonde localisée en amont du système de post-traitement diagnostiquer. On pourra

30 ainsi en continu être en mesure d'appréhender l'état de dégradation ou d'activation de l'élément catalytique, et de suivre son évolution en cours du roulage du véhicule.

Les courbes de référence auront des profils identiques à celles représentées sur les figures 4 et 5.

Incidemment, il sera alors possible de définir différents seuils d'information, basé sur les valeurs quantitatives que le processus de  
5 retraitement des signaux permet d'obtenir, à destination du conducteur, ou bien du système de contrôle moteur, ou bien les mémoriser dans une banque de données, celle-ci aisément accessible par les outils de diagnostic utilisé dans le réseau après-vente. Il ne peut non plus être occulté la  
10 possibilité d'engager aussi des actions correctives, sans se limiter à un niveau d'information (mode refuge ou protection ou mode dégradé de fonctionnement du véhicule afin de « forcer » le conducteur à revenir dans le réseau afin d'effectuer l'échange de la pièce défectueuse.).

Il doit être évident pour l'homme du métier que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes  
15 spécifiques sans l'éloigner du domaine d'application de l'invention comme revendiquée. Par conséquent, les présents modes de réalisation doivent être considérés à titre d'illustration, mais peuvent être modifiés dans le domaine défini par la portée des revendications jointes, et l'invention ne doit pas être limitée aux détails donnés ci-dessus.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de diagnostic de l'état de fonctionnement d'un élément catalytique (2) d'une ligne d'échappement d'un moteur (1) à combustion interne caractérisé en ce qu'il consiste à comparer une valeur de référence émise par une première sonde à oxygène (S1) placée en amont d'un élément catalytique, à une valeur mesurée en continu lors du roulage du véhicule par une deuxième sonde (S2) à oxygène placée en aval de l'élément catalytique.

2. Procédé de diagnostic selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte une étape d'évaluation d'un écart obtenu lors de la comparaison entre la valeur de référence et la valeur mesurée.

3. Procédé de diagnostic selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que la mesure du signal émis par la sonde (S2) à oxygène est obtenue en réalisant les étapes suivantes :

- mise sous tension et chauffage d'un capteur de température de la sonde,
- arrêt du chauffage du capteur, tout en maintenant la valeur du courant de la tension, de façon à permettre une diminution de la température du capteur,
- mesure du signal émis par la sonde au fur et à mesure de la diminution de la température du capteur en fonction du temps par des moyens (52) de mesure du calculateur du véhicule ;
- retraitement du signal par des moyens (51) de retraitement du calculateur.

4. Procédé de diagnostic selon la revendication 3, caractérisé en ce que le chauffage de la sonde à oxygène est obtenu en établissant un courant de valeur supérieure à la valeur de courant habituelle, de façon à avoir un excès de réducteur dans la cavité de mesure de la sonde.

5. Procédé de diagnostic selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le retraitement est effectué en appliquant un modèle mathématique de

retraitement de signaux sur au moins une valeur mesurée afin d'obtenir une valeur utilisable pour la comparaison avec la valeur de référence.

6. Procédé de diagnostic selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le retraitement est effectué en appliquant un modèle mathématique de  
5 retraitement de signaux sur deux valeurs mesurées afin d'obtenir des valeurs utilisables pour la comparaison avec la valeur de référence.

7. Procédé de diagnostic selon une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que la courbe de référence de la première sonde (S1) est obtenue à partir d'une courbe de référence établie préalablement.

10 8. Procédé de diagnostic selon la revendication 7 caractérisé en ce que la courbe de référence est établie à partir d'une sonde (S1) à oxygène disposée en amont de l'élément catalytique à tester dont le signal émis est analysé de la même façon que celui de la sonde (S2) disposée en aval de l'élément catalytique à tester.

15 9. Procédé de diagnostic selon la revendication 7 ou 8 caractérisé en ce que la courbe de référence est établie au cours des premiers kilomètres de roulage du véhicule lorsque l'efficacité de l'élément (2) catalytique est maximale.

20 10. Dispositif de diagnostic de l'état de fonctionnement d'un élément catalytique (2) permettant de mettre en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 caractérisé en ce qu'il comprend au moins une sonde (S2) à oxygène disposée en aval de l'élément catalytique (2) à tester permettant de mesurer la valeur à analyser, des moyens (52) de mesure du signal émis par la sonde à oxygène et des moyens (51) de retraitement du  
25 signal émis par la sonde à oxygène, les moyens de mesure (52) et de retraitement (51) étant situés dans le calculateur (5) du véhicule.

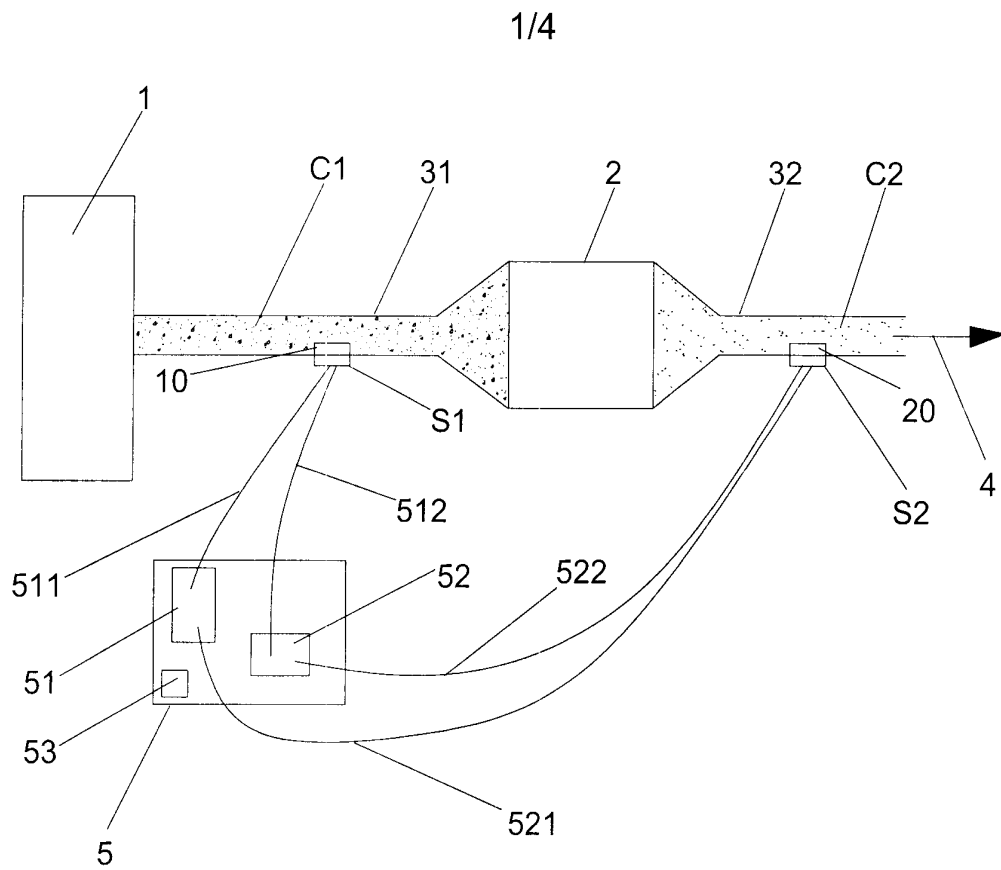
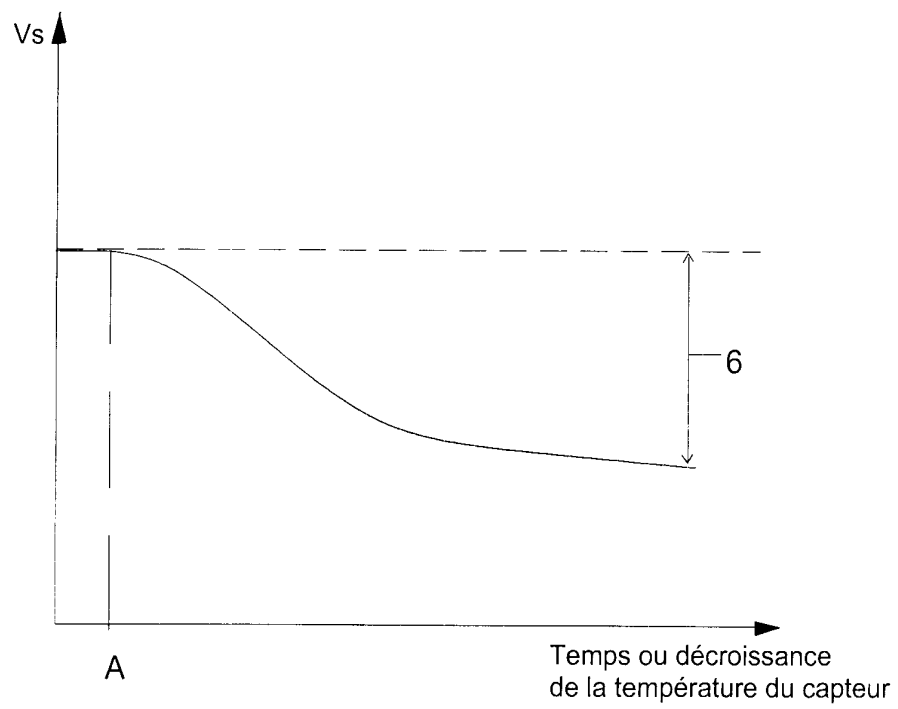
11. Dispositif de diagnostic de l'état de fonctionnement d'un élément catalytique (2) selon la revendication 10 caractérisé en ce qu'il comporte au moins une sonde (S1) à oxygène disposée en amont de l'élément catalytique

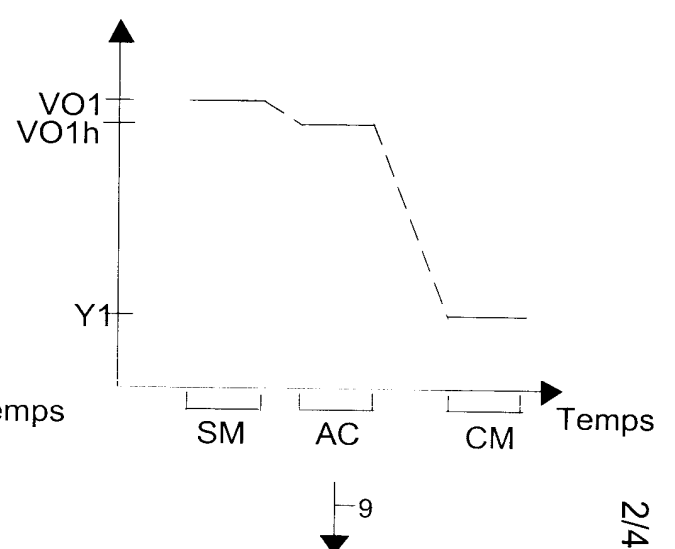
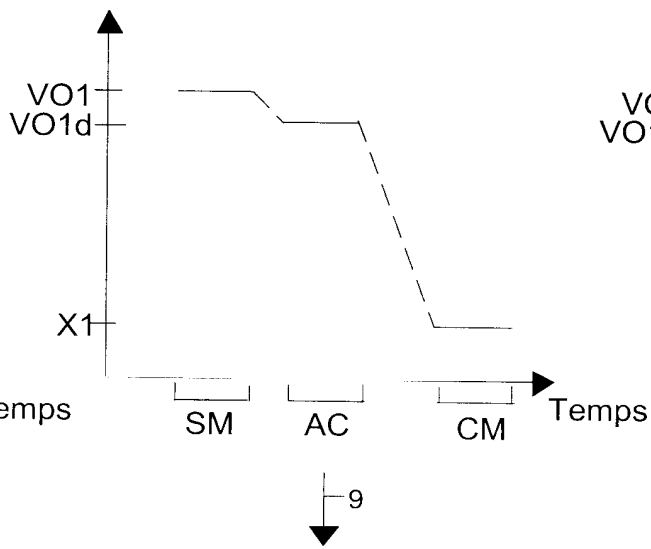
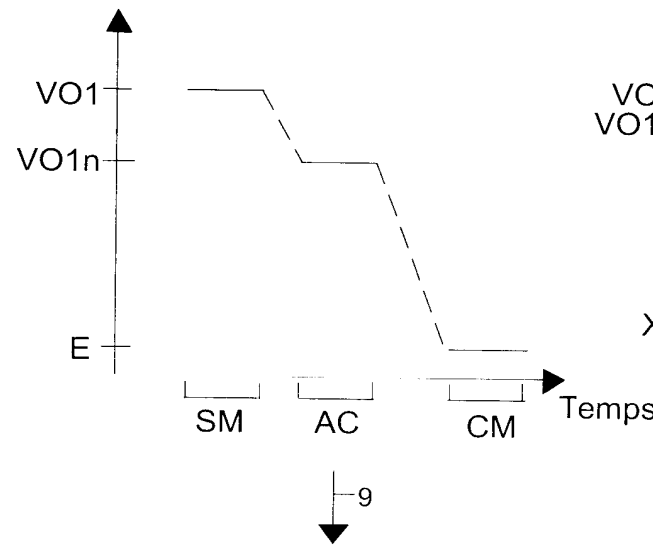


(2) à tester permettant de déterminer les valeurs de référence auxquelles la valeur mesurée est comparée.

12. Dispositif de diagnostic de l'état de fonctionnement d'un élément catalytique selon une des revendications 10 à 11 caractérisé en ce que chaque sonde (S1, S2) à oxygène comporte un capteur (10, 20) pouvant être chauffé.

13. Dispositif de diagnostic de l'état de fonctionnement d'un élément catalytique selon une des revendications 10 à 12 caractérisé en ce que chaque sonde (S1, S2) à oxygène comporte une cellule de mesure dans laquelle s'effectuent les réactions catalytiques permettant d'émettre le signal.

**Fig. 1****Fig. 3**



9

9

9

2/4

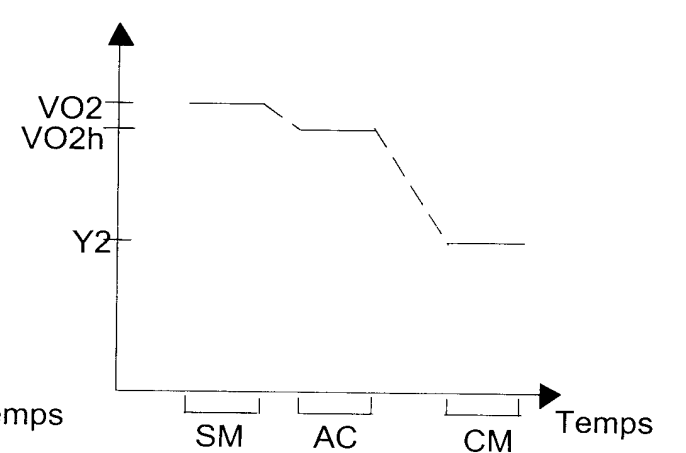
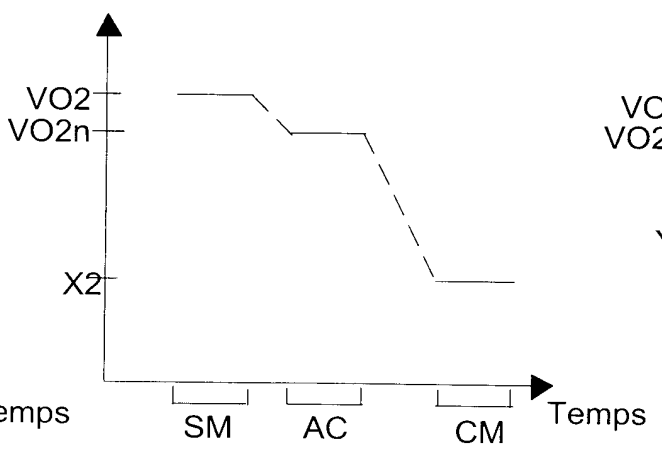
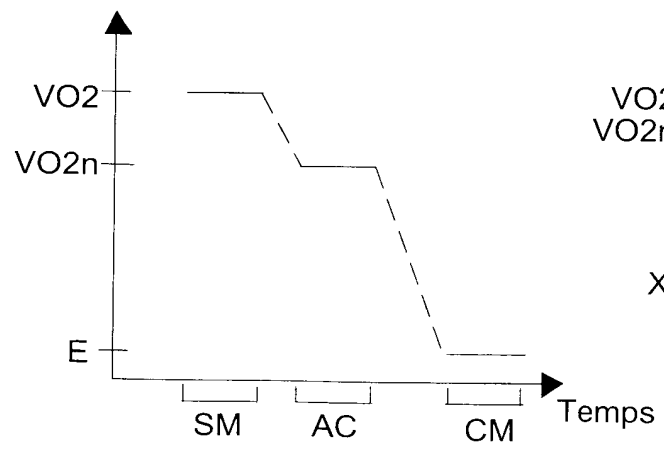


Figure 2

Fig. 2A

Fig. 2B

Fig. 2C

Figure 4

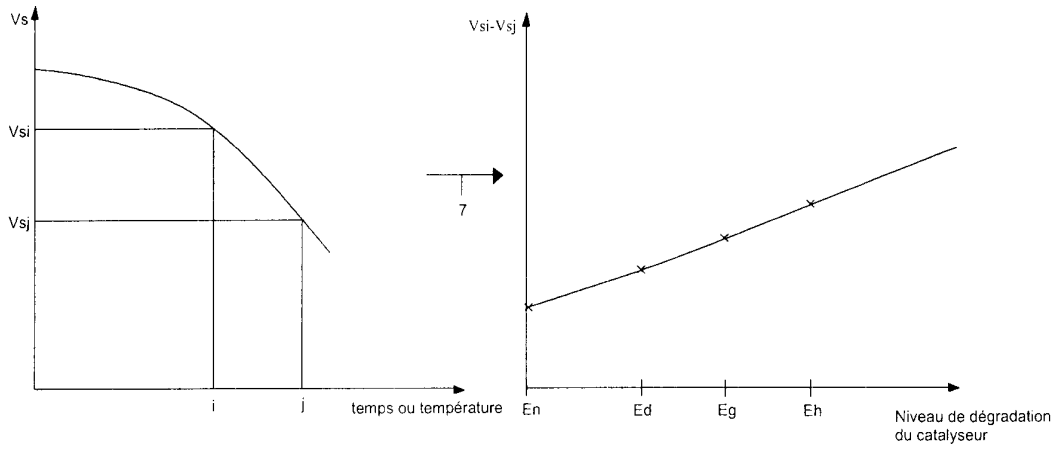


Fig. 4A

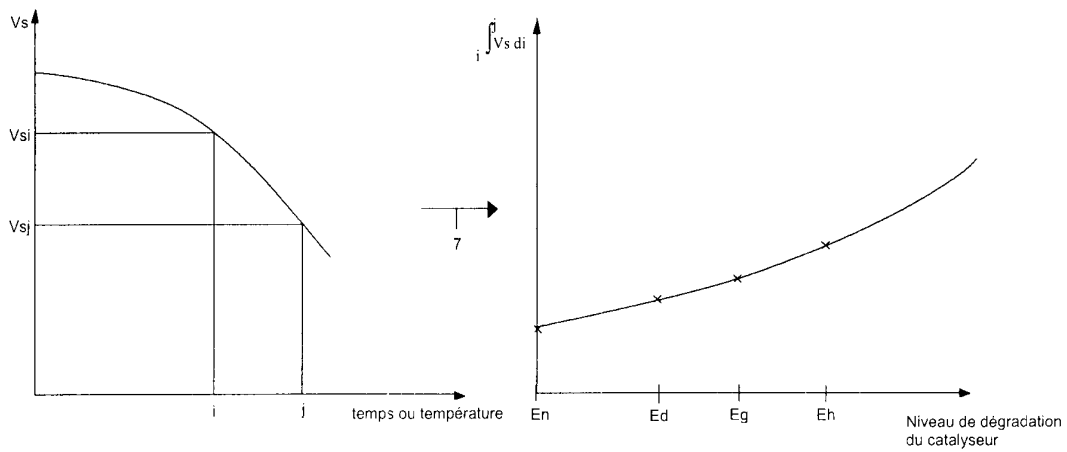


Fig. 4B

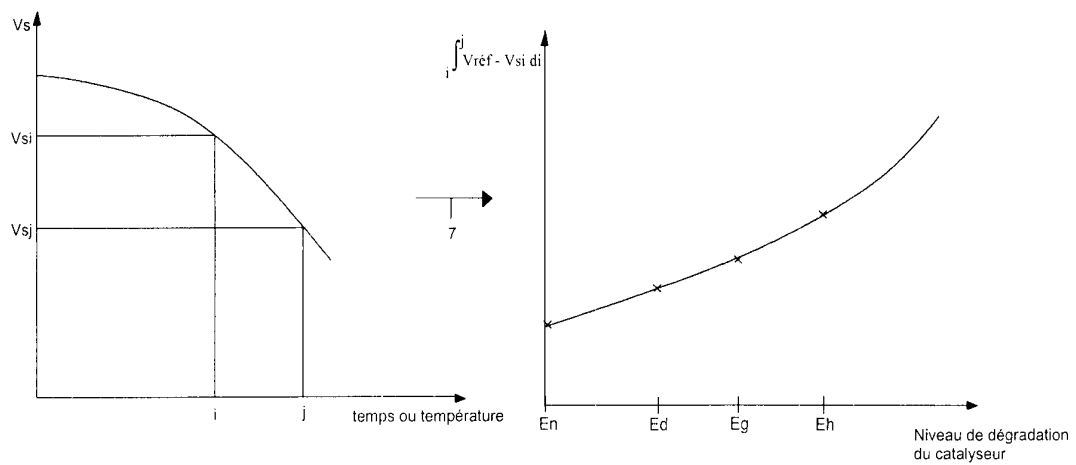


Fig. 4C

Figure 5

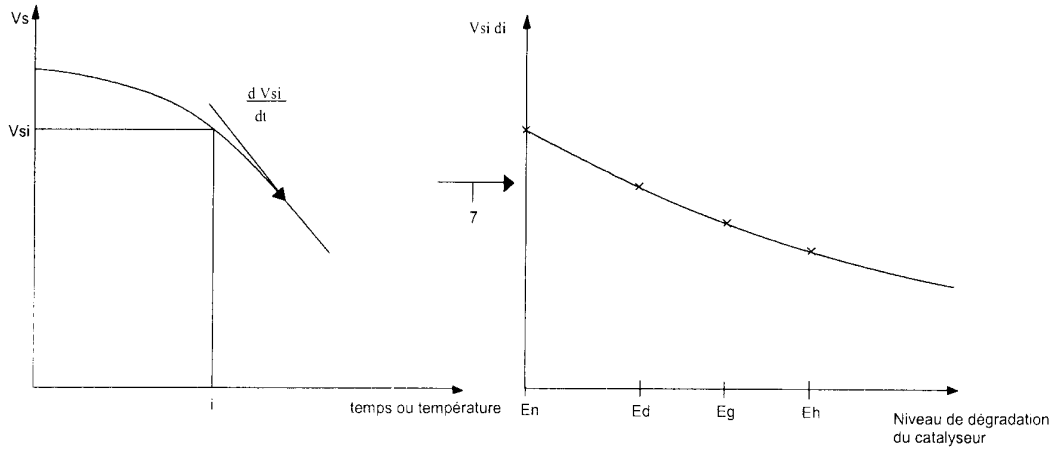


Fig. 5A

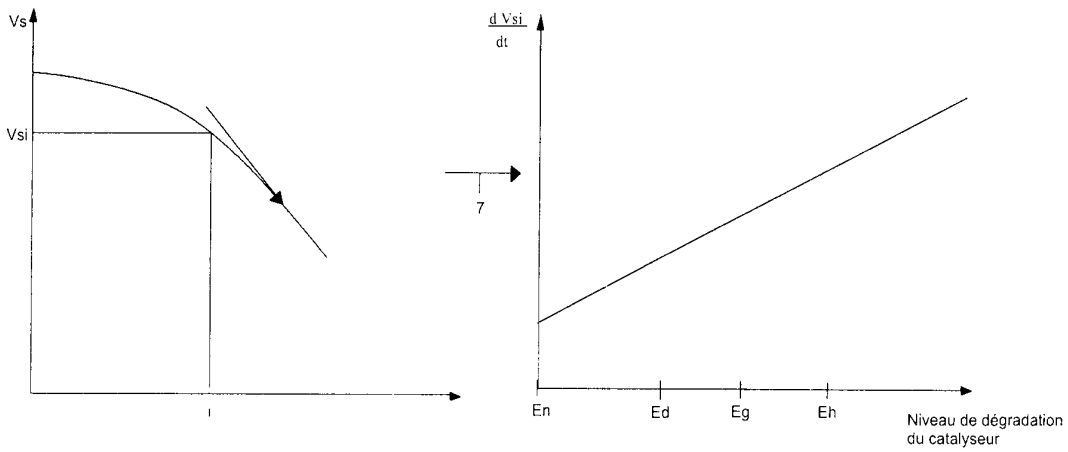


Fig. 5B

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 682137  
FR 0604936

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		
X	US 6 553 817 B1 (KOTWICKI ALLAN JOSEPH [US] ET AL) 29 avril 2003 (2003-04-29)	1,2, 10-13	F01N11/00 F01N3/20
Y	* figures 1-9 *	3-6	
Y	US 2004/176904 A1 (TOYOSHIMA HIROKAZU [JP] ET AL TOYOSHIMA HIROKAZU [JP] ET AL) 9 septembre 2004 (2004-09-09)	3-6	
	* figures 1-6c *		
X	EP 1 422 398 A (OPEL ADAM AG [DE]) 26 mai 2004 (2004-05-26)	1,7-10	
	* figures 1-3 *		
X	US 5 533 332 A (UCHIKAWA AKIRA [JP]) 9 juillet 1996 (1996-07-09)	1,7,10	
	* figures 1-5 *		
X	US 5 390 490 A (BROOKS TIMOTHY J [US]) 21 février 1995 (1995-02-21)	1,10-13	
	* figures 1-3b *		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02D F01N
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		30 janvier 2007	MORALES GONZALEZ, M
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 0604936 FA 682137**

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 **30-01-2007**

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
US 6553817	B1	29-04-2003	AUCUN
US 2004176904	A1	09-09-2004	CN 1536212 A 13-10-2004 JP 2004308494 A 04-11-2004
EP 1422398	A	26-05-2004	DE 10254704 A1 17-06-2004
US 5533332	A	09-07-1996	JP 2858288 B2 17-02-1999 JP 7071299 A 14-03-1995
US 5390490	A	21-02-1995	DE 69405684 D1 23-10-1997 DE 69405684 T2 08-01-1998 EP 0652357 A1 10-05-1995 JP 7180538 A 18-07-1995