

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.05.00.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.11.01 Bulletin 01/45.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA — FR.

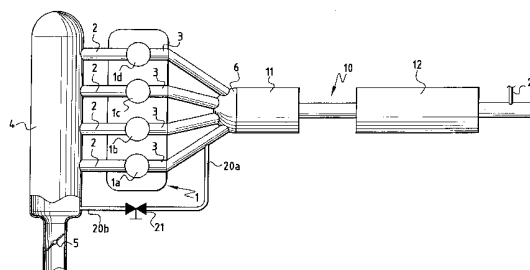
72 Inventeur(s) : AGUERRE FREDERIC.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

54 PROCEDE DE DETECTION DE L'ETAT D'UN CATALYSEUR INTEGRE DANS UNE LIGNE D'ECHAPPEMENT
D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

57 L'invention concerne un procédé de détection de l'état
d'un catalyseur de type piège à NOx intégré dans une ligne
d'échappement (10) d'un moteur (1) à combustion interne.
Le procédé consiste à augmenter la quantité d'oxydes
d'azote émise par le moteur (1) pour saturer le catalyseur
(12), à régler, dès que le seuil de saturation du catalyseur
(12) est obtenu, la richesse du mélange air/ carburant du
moteur à une valeur supérieure au mélange stoechiométri-
que pour régénérer le catalyseur, à mesurer la richesse des
gaz d'échappement à la sortie du catalyseur (12) et, dès
que la richesse des gaz d'échappement est supérieure au
mélange stoechiométrique, à régler la richesse dudit mélan-
ge air/ carburant à la valeur inférieure au mélange stoechio-
métrique pour arrêter la régénération du catalyseur.



La présente invention concerne un procédé de détection de l'état d'un catalyseur intégré dans une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne essence ou Diesel.

Les gaz d'échappement des moteurs à combustion interne fonctionnant en mélange dit "pauvre" c'est à dire avec une richesse du mélange air/carburant à une valeur inférieure au mélange stoechiométrique, contiennent différents polluants dont il est nécessaire de limiter au maximum les rejets dans l'atmosphère.

Ces polluants sont constitués principalement par du monoxyde de carbone CO, des hydrocarbures imbrûlés HC et des oxydes d'azote NOx.

La réglementation concernant les normes de pollution des véhicules automobiles a tendance à devenir de plus en plus sévère de sorte que les limites supérieures fixées de rejet des différents polluants ont tendance à devenir de plus en plus basses dans les nouvelles réglementations.

Pour satisfaire à ces réglementations, il est connu d'intercaler sur la ligne d'échappement entre les tubulures d'échappement du moteur et le pot de détente, un pot catalytique qui est le plus souvent constitué par une enveloppe métallique contenant une structure imprégnée d'un matériau catalyseur présentant une très grande surface de contact pour les gaz d'échappement traversant le pot catalytique.

Par exemple, dans le cas des moteurs fonctionnant en mélange pauvre, ces systèmes de dépollution sont généralement constitués par un catalyseur de type "piège à NOx".

Ce type de catalyseur ne fonctionne pas en continu et implique une gestion particulière du moteur à combustion interne.

Pendant une première phase, le moteur fonctionne normalement en mélange pauvre et les oxydes d'azote sont stockés dans le catalyseur.

Cependant, après une certaine période d'utilisation, une accumulation d'oxyde d'azote dans le catalyseur entraîne une baisse d'efficacité de ce dernier.

Pour éviter cette baisse de rendement du catalyseur, il est nécessaire de passer à une seconde phase dite phase de régénération du cataly-

seur. Au cours de cette phase, la richesse du mélange air/carburant du moteur est réglée à une valeur supérieure au mélange stœchiométrique si bien que les oxydes d'azote sont relâchés, puis réduits dans le catalyseur. Une sonde à oxygène de type tout ou rien placée derrière ce catalyseur permet de contrôler la fin de cette phase de régénération.

Ainsi, la stratégie utilisée jusqu'à présent permet, dans un état donné et connu du catalyseur, d'assurer le contrôle des émissions d'oxyde d'azote du moteur.

Toutefois, l'état du catalyseur peut varier dans le temps et cette variation provoque une dégradation des performances dudit catalyseur.

En effet, le catalyseur est sensible au soufre contenu dans le carburant et, en s'accumulant dans ce catalyseur, le soufre diminue l'efficacité de stockage des oxydes d'azote.

De plus, le catalyseur qui est soumis à des oxydants et/ou à des températures élevées, vieillit dans le temps et ses performances se dégradent.

L'invention a pour but de proposer un procédé de détection des variations de l'état d'un catalyseur intégré dans une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne.

L'invention a donc pour objet un procédé de détection de l'état d'un catalyseur de type piège à NOx intégré dans une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne, caractérisé en ce que :

- on maintient la richesse du mélange air/carburant du moteur à une valeur inférieure au mélange stœchiométrique, pendant une durée supérieure à la durée en fonctionnement normal du piège à NOx,
- on recycle à l'admission du moteur une partie des gaz d'échappement,
- on augmente la quantité d'oxydes d'azote émise par le moteur pour saturer le catalyseur,
- on modélise l'état du catalyseur,
- on détecte le seuil de saturation dudit catalyseur,

- on règle, dès que ce seuil de saturation est obtenu, la richesse du mélange air/carburant du moteur à une valeur supérieure au mélange stœchiométrique pour régénérer le catalyseur,

5 - on mesure la richesse des gaz d'échappement à la sortie du catalyseur,

- et dès que la richesse des gaz d'échappement est supérieure au mélange stœchiométrique, on règle la richesse du mélange air/carburant du moteur à ladite valeur inférieure de ce mélange pour arrêter la régénération du catalyseur.

10 Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- on augmente la quantité d'oxydes d'azote émise par le moteur en réalisant le taux de recyclage des gaz d'échappement,

15 - on mesure la richesse des gaz d'échappement au moyen d'une sonde à oxygène de type tout ou rien placée dans la ligne d'échappement à la sortie du catalyseur,

- on détermine l'état du catalyseur à partir des conditions de saturation et de régénération dudit catalyseur,

20 - les conditions de saturation du catalyseur sont déterminées en fonction de la température du catalyseur, de la concentration des oxydes d'azote en sortie du moteur et du débit du moteur pendant la phase de saturation,

- les conditions de régénération du catalyseur sont déterminées en fonction du débit du moteur pendant la phase de régénération, de la richesse de consigne pendant cette phase et du temps écoulé entre le début de ladite phase et le basculement de la sonde à oxygène,

25 - un temps déterminé s'écoule entre le basculement de la sonde à oxygène et le passage en mélange pauvre pour régénérer complètement le catalyseur.

30 Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig. 1 est une vue schématique en élévation d'une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne équipée d'un catalyseur d'élimination des oxydes d'azote,

5 - la Fig. 2 représente des courbes montrant l'efficacité de conversion du catalyseur en fonction du temps,

- la Fig. 3 représente une courbe montrant l'efficacité de conversion du catalyseur en fonction de la température du matériau constituant ce catalyseur,

10 - la Fig. 4 représente une courbe montrant le seuil de saturation du catalyseur en fonction du temps.

Le procédé de détection de l'état d'un catalyseur, selon l'invention, s'applique d'une manière générale au moteur à combustion interne essence ou Diesel fonctionnant en mélange pauvre, c'est à dire avec une richesse du mélange air/carburant du moteur inférieure au mélange stœchiométrique.

15 A titre d'exemple, on a représenté sur la Fig. 1 un moteur à quatre cylindres à allumage commandé désigné dans son ensemble par la référence 1 et auquel est associé un système d'injection directe, non représenté, assurant l'injection dans les quatre cylindres 1a, 1b, 1c et 1d du moteur.

20 De manière classique, le système d'injection directe est commandé par un système d'alimentation en carburant à haute pression, non représenté, au niveau de chacun des cylindres 1a, 1b, 1c et 1d du moteur 1. La culasse est traversée par un conduit d'admission 2 d'air et par un conduit d'échappement 3 des gaz pour chaque cylindre.

25 Les conduits d'admission 2 d'air sont reliés chacun à un collecteur d'admission 4 muni à son entrée d'un papillon d'admission 5 et les conduits d'échappement sont reliés chacun à un collecteur d'échappement 6 recevant les gaz d'échappement des cylindres 1a, 1b, 1c et 1d du moteur 1.

30 Ce moteur 1 est associé à une ligne principale d'échappement désignée par la référence générale 10 reliée par l'une de ses extrémités au collecteur d'échappement 6 et comportant un précatalyseur 11 disposé au plus près de la sortie de la culasse du moteur 1.

Ce précatalyseur 11 est destiné à oxyder le monoxyde de carbone et les hydrocarbures contenus dans les gaz d'échappement en mélange pauvre et est suivi d'un catalyseur 12 réalisé sous la forme d'un piège à NOx, c'est à dire un dispositif de dépollution permettant d'éliminer les oxydes d'azote dans les gaz d'échappement.

Par ailleurs, une partie de ces gaz d'échappement est recyclée vers le collecteur d'admission 4 afin de diminuer la quantité des oxydes d'azote émise par ces gaz. La technique consiste donc à réinjecter suivant les conditions de fonctionnement du moteur 1, une partie des gaz d'échappement dans les chambres de combustion des cylindres 1a, 1b, 1c et 1d dudit moteur 1, ce qui a pour effet de réduire en proportion la quantité de gaz comburant et donc d'abaisser la température de combustion, d'où une diminution de la production des NOx ou oxydes d'azote.

A cet effet, le moteur 1 est équipé d'une ligne de recyclage 20 des gaz reliés à l'une 20a de ses extrémités à au moins un conduit d'échappement 3 et à son autre extrémité 20b au collecteur d'admission 4 raccordé aux cylindres 1a, 1b, 1c et 1d.

La ligne de recyclage 20 est munie d'une vanne 21 de commande et de réglage du recyclage des gaz d'admission du moteur 1.

Suivant les conditions de fonctionnement de ce moteur 1, la vanne 21 est ouverte ou fermée et en fonction de la position d'ouverture de cette vanne 21, une partie plus ou moins importante des gaz d'échappement est réinjectée dans les chambres de combustion des cylindres 1a, 1b, 1c et 1d ce qui a pour effet de diminuer la production des oxydes d'azote ou NOx.

Ainsi que représenté sur la courbe A de la Fig. 2, lorsqu'une phase de stockage des oxydes d'azote débute, le catalyseur 12 ou piège à NOx est vide et l'efficacité de conversion E0 de ce catalyseur 12 est excellente si ce catalyseur 12 se trouve dans sa plage de températures de fonctionnement.

A titre d'exemple, la Fig. 3 représente l'efficacité de conversion E0 du catalyseur 12 en fonction de la température du matériau constituant ce catalyseur 12 et cette efficacité de conversion est maximale lorsque la température de ce matériau est comprise entre 250 et 450°C.

Par ailleurs, le vieillissement thermique ainsi que l'empoisonnement du catalyseur 12 par le soufre contenu dans le carburant ont pour conséquence une diminution de la capacité de stockage de ce catalyseur 12, puis une diminution de l'efficacité de conversion, comme représenté par les courbes A1 et A2 de la Fig. 2.

Comme le montre la courbe représentée à la Fig. 4, la courbe d'efficacité du catalyseur 12 décroît fortement à partir d'un certain seuil de saturation.

En utilisation courante du catalyseur 12 et dans le but de maintenir une bonne capacité de stockage des oxydes d'azote dans ce catalyseur 12, on déclenche la régénération dudit catalyseur 12 à partir d'un point situé en amont ou au voisinage de ce seuil de saturation de façon à obtenir une bonne efficacité de conversion moyenne du catalyseur 12. Cette disposition conduit à des temps maximaux de stockage de l'ordre de T1.

Le vieillissement du catalyseur 12 entraîne une dégradation qui est d'abord sensible au-delà du point de régénération optimal et devient ensuite sensible sur toute l'étendue de la course.

Pour déterminer l'état du catalyseur 12, le but n'est plus de garder l'efficacité de conversion optimale, mais d'être sûr d'avoir stocké des oxydes d'azote dans la plus grande partie des sites actifs.

Le catalyseur 12 est donc saturé bien au-delà de l'état de saturation utilisé en service normal ce qui conduit à des temps de stockage égaux ou supérieurs à T2 ainsi que représenté à la Fig. 4.

Le procédé selon l'invention consiste donc en une stratégie de contrôle du moteur qui permet de déterminer l'état du catalyseur 12. La connaissance de cet état est essentielle pour adapter les réglages de contrôle du catalyseur 12 ou pour statuer sur la nécessité de purger le soufre contenu dans ce catalyseur.

Au cours d'une première phase, on sature complètement le catalyseur 12 en oxydes d'azote en augmentant le temps passé en mélange pauvre par rapport au fonctionnement normal du système. Ce temps est déterminé au

moyen d'un modèle fonction de la température du catalyseur, du débit du gaz d'échappement et de la concentration des NOx en sortie du moteur.

Ainsi, pendant cette phase, on maintient la richesse du mélange air/carburant du moteur 1 à une valeur inférieure au mélange stœchiométrique de façon à rester constamment en mélange pauvre. On recycle à l'admission du moteur 1 une partie des gaz d'échappement par la ligne de recyclage 20 et en ouvrant la vanne 21.

Par ailleurs, pour accélérer le phénomène de saturation du catalyseur 12, on augmente la quantité d'oxydes d'azote émise par le moteur 1 en fermant partiellement ou complètement la vanne 21 pour réduire le taux de recyclage des gaz d'échappement 20 par la ligne 21.

Dès que les calculs issus du modèle indiquent que le seuil de saturation est atteint, le moteur 1 est géré de façon à déclencher une phase de régénération du système.

Pour cela, on règle la richesse du mélange air/carburant du moteur 1 à une valeur supérieure au mélange stœchiométrique pour régénérer le catalyseur 12.

On mesure la richesse des gaz d'échappement à la sortie du catalyseur 12 au moyen d'une sonde à oxygène 25 de type tout ou rien placée dans la ligne d'échappement 10 à la sortie dudit catalyseur 12. Cette phase de régénération, prolongée par rapport à une phase de régénération normale, dure tant que le signal de cette sonde à oxygène 25 n'a pas indiqué la présence de gaz ayant une richesse supérieure au mélange stœchiométrique.

Lorsque la richesse des gaz d'échappement devient supérieure à ce mélange stœchiométrique, on règle la richesse du mélange air/carburant du moteur 1 à une valeur inférieure à ce mélange stœchiométrique pour que le moteur fonctionne en mélange pauvre ce qui arrête la régénération du catalyseur 12.

Si l'on veut s'assurer que le catalyseur est complètement régénéré, on peut laisser s'écouler un laps de temps supplémentaire, par exemple de l'ordre de 10 secondes entre le basculement de la sonde et le passage en mélange pauvre.

Les conditions de saturation de ce catalyseur sont déterminées en fonction de la température du matériau composant ledit catalyseur, de la concentration des oxydes d'azote en sortie du moteur 1 et du débit du moteur 1 pendant la phase de saturation.

5 Par ailleurs, les conditions de régénération du catalyseur sont déterminées en fonction du débit du moteur 1 pendant la phase de régénération, de la richesse de consigne pendant cette phase et du temps écoulé entre le début de ladite phase de régénération et le basculement de la sonde à oxygène 25.

10 La connaissance, d'une part, des conditions de saturation du piège à NOx et des conditions de régénération du catalyseur, d'autre part, permet de calculer, durant la phase de régénération de celui-ci, un indicateur de l'état du piège à NOx, grâce à un modèle ou à des mesures préalables.

15 Le procédé selon l'invention permet de détecter l'état d'un piège à NOx intégré dans une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne fonctionnant en mélange pauvre et d'adapter les conditions de fonctionnement du piège à NOx à son état réel.

REVENDECATIONS

1. Procédé de détection de l'état d'un catalyseur (12), de type piège à NOx, intégré dans une ligne d'échappement (10) d'un moteur (1) à combustion interne, caractérisé en ce que :

- 5 - on maintient la richesse du mélange air/carburant du moteur (1) à une valeur inférieure au mélange stoechiométrique, pendant une durée supérieure à la durée en fonctionnement normal du piège à NOx,
- on recycle à l'admission (4) du moteur (1) une partie des gaz d'échappement,
- 10 - on augmente la quantité d'oxydes d'azote émise par le moteur (1) pour saturer le catalyseur (12),
- on modélise l'état du catalyseur (12),
- on détecte le seuil de saturation dudit catalyseur (12),
- on règle, dès que ce seuil de saturation est obtenu, la richesse
- 15 du mélange air/carburant du moteur (1) à une valeur supérieure au mélange stoechiométrique pour régénérer le catalyseur (12),
- on mesure la richesse des gaz d'échappement à la sortie du catalyseur (12),
- et dès que la richesse des gaz d'échappement est supérieure
- 20 au mélange stoechiométrique, on règle la richesse du mélange air/carburant du moteur (1) à ladite valeur inférieure de ce mélange pour arrêter la régénération du catalyseur (12).
- 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on augmente la quantité d'oxydes d'azote émise par le moteur en réduisant le taux
- 25 de recyclage des gaz d'échappement.
- 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on mesure la richesse des gaz d'échappement au moyen d'une sonde à oxygène (25) de type tout ou rien placée dans la ligne d'échappement (10) à la sortie du catalyseur (12).
- 30 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on détermine l'état du catalyseur (12) à partir des conditions de saturation et de régénération dudit catalyseur (12).

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les conditions de saturation du catalyseur (12) sont déterminées en fonction de la température de ce catalyseur (12), de la concentration des oxydes d'azote en sortie du moteur (1) et du débit du moteur (1) pendant la phase de saturation.

5 6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les conditions de régénération du catalyseur (12) sont déterminées en fonction du débit du moteur (1) pendant la phase de régénération, de la richesse de consigne pendant cette phase et du temps écoulé entre le début de ladite phase de régénération et le basculement de la sonde à oxygène (25).

10 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'un temps déterminé s'écoule entre le basculement de la sonde à oxygène (25) et le passage en mélange pauvre pour régénérer complètement le catalyseur.

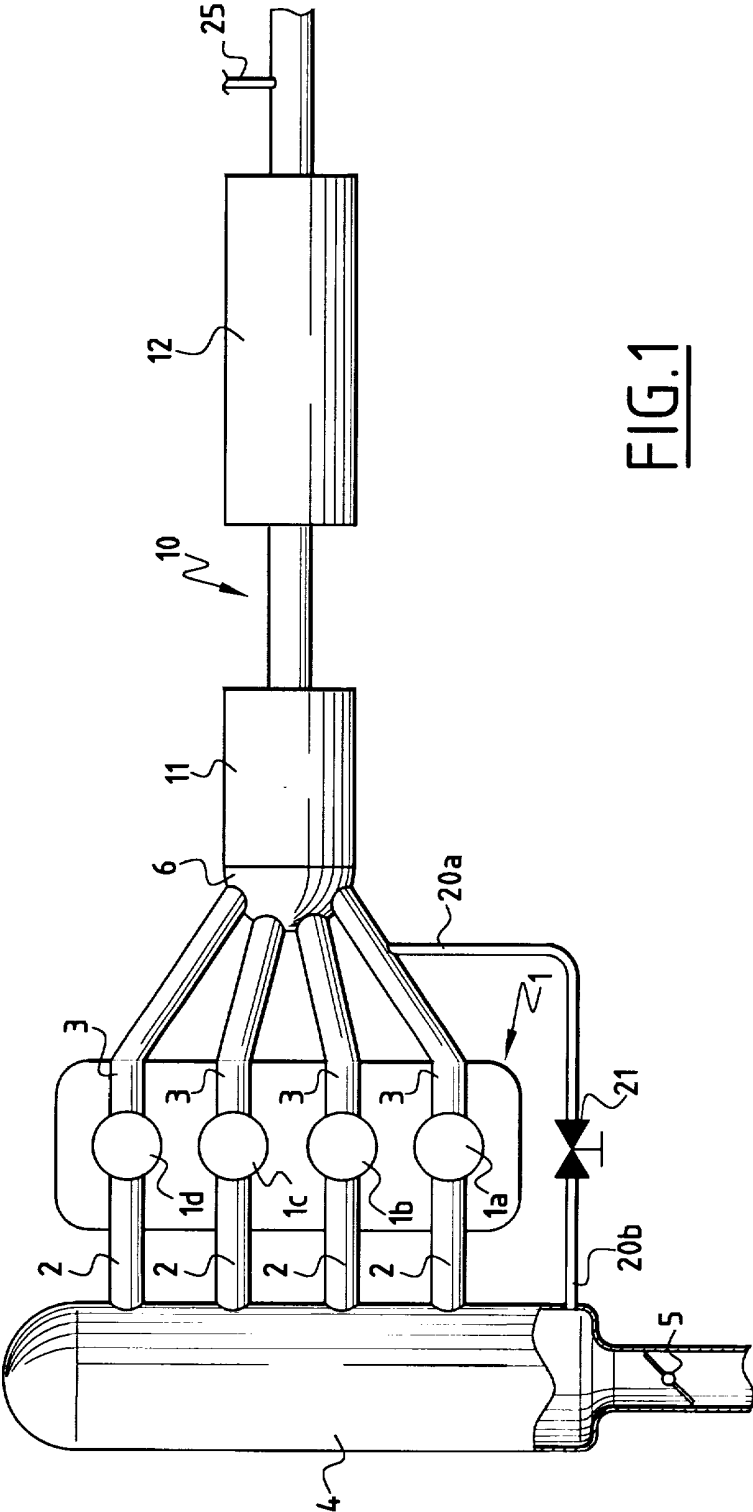
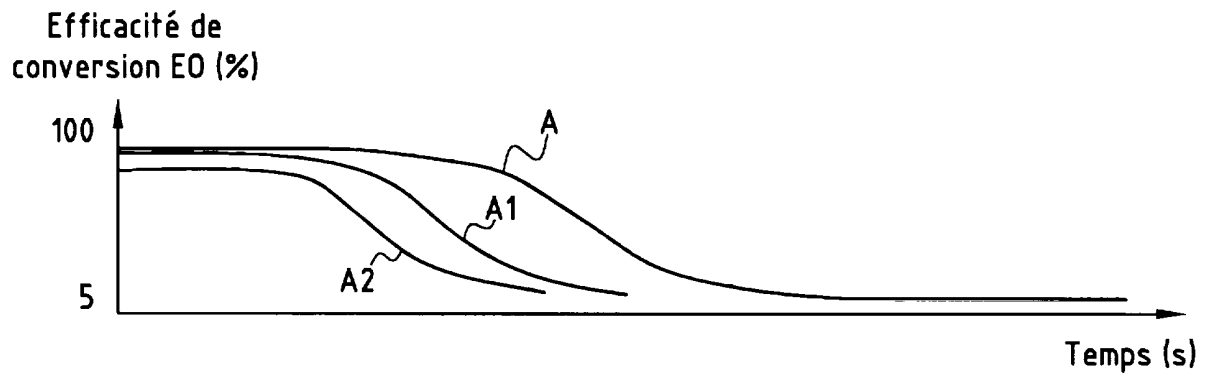
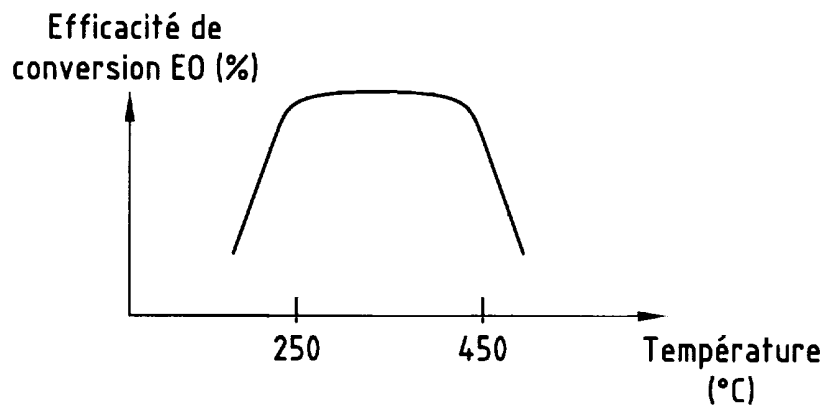
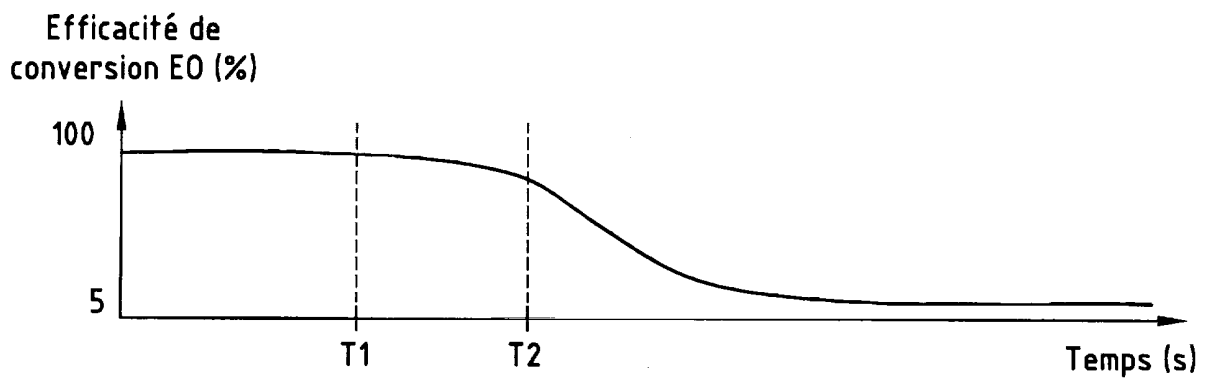


FIG. 1

2/2

FIG.2FIG.3FIG.4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 586509
FR 0005732

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	DE 198 47 874 A (VOLKSWAGENWERK AG) 20 avril 2000 (2000-04-20) * colonne 1, ligne 22 - ligne 29 * * colonne 1, ligne 43 - ligne 45 * * colonne 2, ligne 19 - ligne 39 * * colonne 4, ligne 22 - ligne 40 * * colonne 6, ligne 33 - colonne 7, ligne 3 * * colonne 7, ligne 53 - ligne 58 * ---	1-4	F01N11/00 F01N3/20 F02D43/00 F02D41/00 F02D21/08 G01N33/00
A	EP 0 872 633 A (VOLKSWAGENWERK AG) 21 octobre 1998 (1998-10-21) * colonne 5, ligne 50 - colonne 6, ligne 28 *	1	
A	US 5 992 142 A (POTT EKKEHARD) 30 novembre 1999 (1999-11-30) * colonne 6, ligne 15 - colonne 7, ligne 20 *	1	
A	EP 0 735 250 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 2 octobre 1996 (1996-10-02) * colonne 3, ligne 5 - ligne 32 * * colonne 7, ligne 54 - ligne 57 * * figures 8,9 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) F01N F02D F02M
A	EP 0 690 213 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 3 janvier 1996 (1996-01-03) * abrégé *	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 janvier 2001		De Vita, D	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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			