

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication :

2 901 307

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

21) N° d'enregistrement national :

06 04350

51) Int Cl⁸ : F 01 N 3/025 (2006.01), F 01 N 3/035, F 02 D 41/30

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 16.05.06.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 23.11.07 Bulletin 07/47.

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.

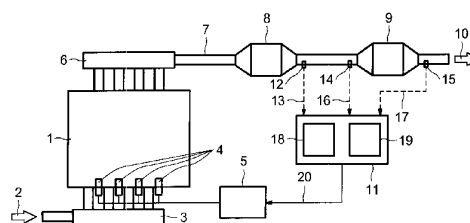
72) Inventeur(s) : HADJIAT LINDA, OUAZZANI CHAHDI MOHAMMED, DANEAU MARC et NOTH FREDERIC.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CASALONGA ET JOSSE.

54) **MOTEUR A COMBUSTION INTERNE AVEC FILTRE A PARTICULES ET PROCEDE DE REGENERATION D'UN TEL FILTRE A PARTICULES.**

57) Moteur à combustion interne de véhicule automobile, notamment du type Diesel, comprenant un filtre à particules 9 monté dans sa ligne d'échappement 7, un moyen d'oxydation catalytique 8 disposé en amont ou au sein du filtre à particules, un capteur 12 de la température des gaz d'échappement à la sortie du moyen d'oxydation catalytique, un moyen d'injection de carburant et un système de commande d'injection de carburant 5, recevant le signal de température issu du capteur et capable de procéder à une ou plusieurs injections de carburant lors de phases de régénération du filtre à particules, caractérisé par le fait que le système de commande d'injection est capable de moduler progressivement la quantité de carburant injecté lors d'une phase de régénération du filtre à particules, depuis un premier seuil de température mesurée T1, jusqu'à la température mesurée T2 correspondant à la température souhaitée pour les gaz d'échappement en vue de la régénération du filtre à particules.



FR 2 901 307 - A1



**Moteur à combustion interne avec filtre à particules et procédé de
régénération d'un tel filtre à particules.**

La présente invention concerne les moteurs à combustion
5 interne pour véhicules automobiles, notamment les moteurs de type
Diesel, équipés d'un filtre à particules.

Les moteurs à combustion de ce type, de par leur
fonctionnement spécifique, émettent dans leurs gaz d'échappement,
des suies polluantes que l'on appelle généralement « particules ». Afin
10 de limiter les émissions dans l'atmosphère de ces particules, on peut
prévoir d'implanter un filtre dans la ligne d'échappement en aval des
chambres de combustion du moteur. La ligne d'échappement comporte
en outre généralement un catalyseur d'oxydation destiné à diminuer les
émissions polluantes, indépendamment des particules retenues par le
15 filtre à particules. Un tel catalyseur d'oxydation peut être monté en
amont du filtre à particules ou être constitué d'un matériau
catalytique, tel que du platine, placé à l'intérieur même du filtre à
particules.

Le filtre retient les particules qui s'accumulent en son sein au
20 fur et à mesure de l'utilisation du moteur. Cette accumulation de
particules finit par boucher le filtre, créant une forte contre-pression à
l'échappement, ce qui diminue considérablement les performances du
moteur. Pour retrouver des performances normales, on procède
périodiquement à une étape de combustion des particules contenues
25 dans le filtre à particules. Cette étape, généralement appelée
« régénération du filtre à particules », nécessite une élévation de la
température interne du filtre à particules jusqu'à initier puis maintenir
la combustion des particules qui se sont accumulées dans le filtre.

Pour obtenir une telle élévation de température jusqu'aux alentours de 600°C, on procède généralement à une injection supplémentaire de carburant. Cette injection supplémentaire peut être par exemple une injection retardée dans les chambres de combustion du moteur. En effet, une telle injection de carburant après le point mort haut lors de la phase de détente dans le cycle du moteur à combustion, a pour effet d'augmenter la température des gaz à l'échappement. On peut également cumuler, s'il y a lieu, cette injection retardée dans les chambres de combustion avec une ou plusieurs injections encore plus tardives, c'est-à-dire nettement après le point mort haut. Le carburant ainsi injecté, soit dans les chambres de combustion du moteur, soit également directement dans la ligne d'échappement, ne brûle pas dans la chambre de combustion, mais au contraire dans la partie catalytique de la ligne d'échappement.

En effet, le catalyseur d'oxydation monté dans la ligne d'échappement effectue une oxydation des hydrocarbures et du monoxyde de carbone résultant des injections tardives de carburant, augmentant ainsi la température des gaz.

La demande de brevet français FR-A-2 811 370 décrit un exemple d'un tel moteur à combustion interne équipé d'un dispositif d'injection de carburant dans les chambres de combustion du moteur. La commande du dispositif d'injection est effectuée en fonction d'une comparaison entre la température mesurée entre le catalyseur d'oxydation et le filtre à particules et une température de consigne qui correspond à la température nominale nécessaire à la régénération du filtre à particules.

Dans un moteur à combustion interne de ce type, on rencontre cependant un certain nombre de difficultés.

Tout d'abord, le catalyseur d'oxydation présente une certaine inertie thermique, de sorte que la mesure de la température des gaz à la sortie du dispositif catalyseur ou à l'entrée du filtre à particules retranscrit les variations de la température à l'intérieur de ces dispositifs avec quelques dizaines de secondes de retard. Si, par exemple, la température nécessaire pour la régénération du filtre à particules est située à un seuil déterminé, on constate que l'injection de carburant se fait avec un retard qui correspond à l'inertie thermique du catalyseur. Ce retard entraîne une perte d'efficacité de l'injection de carburant pour la régénération du filtre à particules. Si, par exemple, le seuil de température interne du catalyseur est d'environ 300°C, pour que l'injection retardée de carburant permette d'augmenter la température du filtre à particules jusqu'à plus de 600°C, l'injection se fait en retard par rapport à la détection d'une température de 300°C en sortie du dispositif catalyseur.

La présente invention a pour objet de résoudre ce type de difficultés et d'améliorer l'efficacité de la régénération d'un filtre à particules, en n'injectant que la quantité de carburant supplémentaire absolument nécessaire pour l'élévation de la température du filtre à particules en vue de la régénération.

Selon un mode de réalisation, un moteur à combustion interne de véhicule automobile, notamment du type Diesel, comprend un filtre à particules monté dans sa ligne d'échappement et un moyen d'oxydation catalytique disposé en amont ou au sein du filtre à particules. Un capteur de la température des gaz d'échappement est monté à la sortie du moyen d'oxydation catalytique. Un moyen d'injection de carburant est prévu ainsi qu'un système de commande d'injection de carburant, recevant le signal de température issu du capteur et capable de procéder à une ou plusieurs injections de

carburant lors de phases de régénération du filtre à particules. Le système de commande d'injection est capable de moduler progressivement la quantité de carburant injecté lors d'une phase de régénération du filtre à particules, depuis un premier seuil de température mesurée, jusqu'à la température mesurée correspondant à la température souhaitée pour les gaz d'échappement en vue de la régénération du filtre à particules.

De cette manière, on n'injecte pas la totalité du carburant nécessaire à la régénération dès le début de la phase de régénération mais au contraire, on procède à une injection progressive, ce qui permet d'éviter qu'une partie du carburant injecté traverse le moyen d'oxydation catalytique sans avoir réagi. De plus, on s'affranchit des conséquences du temps de réponse de la mesure de température.

De préférence, la modulation progressive de la quantité de carburant injecté est faite selon une rampe linéaire en fonction de la température mesurée.

Le système de commande d'injection comprend avantageusement des moyens de mémoire pour mémoriser les quantités nominales de carburant à injecter pour la régénération du filtre à particules.

Dans un mode de réalisation préféré, le moyen d'injection de carburant est monté dans le moteur et le système de commande d'injection est capable de provoquer une ou plusieurs injections de carburant avec retard par rapport au cycle du moteur.

On peut également prévoir un moyen supplémentaire d'injection de carburant monté dans la ligne d'échappement, en amont du moyen d'oxydation catalytique. Dans ce cas, une partie au moins du carburant est injecté directement dans la ligne d'échappement et non plus dans le moteur.

Le premier seuil de température précité est généralement compris entre 150°C et 250°C. Il est de préférence de 200°C.

La quantité de carburant injecté pour la régénération du filtre à particules peut alors être progressivement augmentée dès que la température mesurée atteint ce seuil, jusqu'à la quantité nominale pour une température mesurée comprise entre 270°C et 320°C, de préférence de 300°C.

Un autre aspect de l'invention est un procédé de régénération d'un filtre à particules monté dans la ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile, notamment du type Diesel et associé à un moyen d'oxydation catalytique disposé en amont ou au sein du filtre à particules. Selon ce procédé, on injecte une quantité progressivement croissante de carburant, dès que la température des gaz d'échappement à la sortie du moyen d'oxydation catalytique atteint un premier seuil de température, inférieur à la température souhaitée pour la régénération du filtre à particules. La quantité de carburant injecté est ensuite augmentée progressivement jusqu'à atteindre la quantité nominale pour la régénération du filtre à particules, lorsque la température a atteint ladite température souhaitée.

On peut injecter le carburant pour la régénération du filtre à particules, dans le moteur, avec retard par rapport au cycle du moteur.

On peut également cumuler une injection retardée par rapport au point mort haut, lors de la phase de détente, avec une ou plusieurs injections plus tardives. Dans ce cas, le carburant ne brûle pas dans la chambre de combustion du moteur mais, au moins en partie, dans le moyen d'oxydation catalytique.

On peut également injecter au moins une partie du carburant pour la régénération du filtre à particules, dans la ligne d'échappement du moteur, en amont du moyen d'oxydation catalytique.

5 L'augmentation progressive de la quantité de carburant injecté est faite de préférence selon une relation linéaire dont le coefficient de pente a été préalablement déterminé par modélisation des réactions se déroulant dans des zones discrètes successives du moyen d'oxydation catalytique.

10 L'invention sera mieux comprise à l'étude d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par les dessins annexés, sur lesquels :

-la figure 1 montre schématiquement un moteur à combustion interne et sa ligne d'échappement ;

15 -et la figure 2 est une courbe montrant l'augmentation progressive de la quantité de carburant injecté en fonction de la température.

Tel qu'illustré sur la figure 1, un moteur à combustion interne 1, du type Diesel, est alimenté en air frais, selon la flèche 2, par un collecteur d'admission 3 qui amène l'air dans les chambres de combustion des quatre cylindres du moteur 1. Du carburant est injecté dans les mêmes chambres de combustion par des injecteurs 4 commandés par un système de commande d'injection 5. Les gaz d'échappement sont recueillis par un collecteur d'échappement 6 relié aux chambres de combustion du moteur à combustion 1. Les gaz sont ensuite véhiculés par la ligne d'échappement 7 qui comprend, dans l'exemple illustré, un dispositif d'oxydation catalytique 8 et, en aval de ce dernier, un filtre à particules 9. Les gaz d'échappement, après avoir traversé le dispositif d'oxydation catalytique 8, puis le filtre à particules 9, sont rejetés dans l'atmosphère selon la flèche 10. La

20

25

ligne d'échappement peut comporter d'autres dispositifs, et en particulier un silencieux. Une unité de commande électronique 11 reçoit des signaux provenant de différents capteurs. En particulier, un capteur de température 12 est placé dans la ligne d'échappement en aval du dispositif d'oxydation catalytique 8 et en amont du filtre à particules 9. Le capteur de température 12 est relié par la connexion 13 à l'unité de commande électronique 11. Deux capteurs de pression 14 et 15 sont capables de mesurer la pression régnant respectivement en amont et en aval du filtre à particules 9. Les capteurs de pression 14 et 15 sont reliés par les connexions 16 et 17 à l'unité de commande électronique 11 et permettent à celle-ci de déterminer un différentiel de pression entre l'entrée et la sortie du filtre à particules 9. L'unité de contrôle électronique 11 comprend des moyens de logiciel et de mémoire. En particulier des moyens de mémoire 18 permettent de mémoriser les quantités nominales de carburant à injecter pour la régénération du filtre à particules en fonction des températures mesurées et des conditions d'exploitation du moteur à combustion interne. Les moyens 18 peuvent contenir également des cartographies des différents paramètres nécessaires à la régénération du filtre à particules. Le module 19, schématisé sur la figure 1, se trouvant à l'intérieur de l'unité de contrôle électronique, est capable de décider s'il y a lieu de procéder à une régénération du filtre à particules 9 en fonction des mesures de pression réalisées par les capteurs 14 et 15. Le module 19 est également capable de gérer la durée de l'injection de carburant pour le maintien de la température élevée en vue de la régénération du filtre à particules 9. Un signal de sortie de l'unité de commande électronique 11 est amené par la connexion 20 sur le système de commande d'injection de carburant 5.

Une ou plusieurs injections de carburant en retard par rapport au cycle normal du moteur permet d'augmenter la température du filtre à particules à la température nécessaire pour la régénération, par exemple de l'ordre de 600°C. A cet effet, il est nécessaire que la
5 température interne du dispositif d'oxydation catalytique 8 soit d'environ 300°C (température T2 indiquée sur la figure 2).

La phase de régénération est commandée de la manière suivante. Lorsque l'unité de commande électronique 11 a déterminé qu'il convient d'initier une phase de régénération en fonction de la
10 mesure de la pression, en amont et en aval du filtre à particules 9, un signal est émis en direction du système de commande d'injection 5 en tenant compte de la température mesurée par le capteur 12. L'injection de carburant est commencée de manière progressive à partir d'une température T1 inférieure à la température T2 (voir figure 2). Au lieu
15 d'injecter immédiatement une quantité de carburant correspondant à la quantité nominale Q_{nom} prévue pour la phase de régénération du filtre à particules, on injecte une quantité de carburant qui croît progressivement depuis la valeur zéro jusqu'à la valeur nominale Q_{nom} , comme indiqué sur la figure 2. De cette manière, il devient possible de
20 rattraper le temps de réponse de mesure de la température réelle interne au catalyseur 8, et d'éviter qu'une partie du carburant injecté traverse le catalyseur 8 sans avoir réagi, c'est-à-dire sans avoir participé à l'augmentation de la température des gaz d'échappement.

Pour déterminer le coefficient de modulation du débit de carburant à injecter, on procède avantageusement à une modélisation des réactions exothermiques de combustion des hydrocarbures et du
25 monoxyde de carbone à l'intérieur du dispositif d'oxydation catalytique 8. A cet effet, on peut procéder à un découpage en zones discrètes successives du dispositif d'oxydation catalytique, depuis

l'amont jusqu'à l'aval, dans le sens de l'écoulement des gaz d'échappement. Chaque zone discrète correspond à un sous-système, dans lequel a lieu l'apport du carburant et les échanges thermiques. Une fraction de la quantité totale du carburant injecté constitue une
5 entrée de la première zone discrète du dispositif d'oxydation catalytique. La quantité de chaleur dégagée, en raison du caractère exothermique des réactions de combustion dans la première zone, se propage ainsi dans les zones suivantes. Lorsque l'ensemble des zones discrètes successives, qui constituent le dispositif catalyseur, a réagi,
10 le débit total nominal Q_{nom} du carburant injecté est atteint.

Il devient ainsi possible de définir un coefficient modulant le débit de carburant à injecter en fonction de la température. Ce coefficient est directement lié à la quantité de carburant injecté pendant la phase de chauffe des différentes zones discrètes successives
15 du dispositif d'oxydation catalytique 8. Il en résulte, comme on peut le voir sur la figure 2, une augmentation progressive de la quantité de carburant injecté selon une relation, par exemple linéaire, dont la pente correspond au coefficient ainsi déterminé.

Grâce à cette stratégie d'injection de carburant, il est possible
20 d'éviter qu'une partie du carburant injecté traverse le dispositif d'oxydation catalytique 8 sans avoir réagi. En effet, le dispositif d'oxydation catalytique 8 se chauffe progressivement d'amont en aval. Pendant un régime transitoire en début de phase de régénération, seules les premières zones du catalyseur en amont de l'écoulement des
25 gaz d'échappement sont suffisamment chaudes pour que le carburant injecté y soit oxydé. Si l'on injecte la quantité nominale de carburant Q_{nom} immédiatement, comme on le fait habituellement, on comprend que seule une partie du carburant injecté réagit, le reste se retrouvant en sortie du dispositif catalyseur 8.

La présente invention permet au contraire d'optimiser la montée en température du dispositif catalytique en n'utilisant à cet égard que la quantité de carburant nécessaire, de façon à s'assurer que la totalité du carburant réagit bien à l'intérieur du dispositif catalytique 8, pour élever la température de celui-ci de la manière la plus efficace possible.

Dans l'exemple illustré, l'injection de carburant se fait directement dans les chambres de combustion du moteur 1 par les injecteurs 4. Cette injection se fait après le point mort haut lors de la phase de détente, de façon à augmenter la température des gaz à l'échappement. On peut également procéder à une ou plusieurs injections tardives, nettement après le point mort haut, de façon que les gaz d'échappement contiennent des quantités importantes de carburant qui est alors oxydé dans le dispositif d'oxydation catalytique 8 en augmentant sa température. On peut également envisager d'injecter au moins une partie, voire la totalité du carburant pour la régénération du filtre à particules, directement dans la ligne d'échappement 7. Dans ce cas, le carburant ainsi injecté est utilisé dans le dispositif d'oxydation catalytique 8 pour élever sa température comme précédemment.

On peut également envisager d'intégrer les moyens d'oxydation catalytique dans le filtre à particules 9 lui-même, sans modifier pour autant le principe de base de la présente invention.

REVENDICATIONS

1-Moteur à combustion interne de véhicule automobile, notamment du type Diesel, comprenant un filtre à particules (9) monté dans sa ligne d'échappement (7), un moyen d'oxydation catalytique (8) disposé en amont ou au sein du filtre à particules, un capteur (12) de la température des gaz d'échappement à la sortie du moyen d'oxydation catalytique, un moyen d'injection de carburant et un système de commande d'injection de carburant (5), recevant le signal de température issu du capteur et capable de procéder à une ou plusieurs injections de carburant lors de phases de régénération du filtre à particules, caractérisé par le fait que le système de commande d'injection est capable de moduler progressivement la quantité de carburant injecté lors d'une phase de régénération du filtre à particules, depuis un premier seuil de température mesurée (T1), jusqu'à la température mesurée (T2) correspondant à la température souhaitée pour les gaz d'échappement en vue de la régénération du filtre à particules.

2-Moteur à combustion interne selon la revendication 1, dans lequel la modulation progressive de la quantité de carburant injecté est faite selon une rampe linéaire en fonction de la température mesurée.

3-Moteur à combustion interne selon les revendications 1 ou 2, dans lequel le système de commande d'injection comprend des moyens de mémoire (18) pour mémoriser les quantités nominales de carburant à injecter pour la régénération du filtre à particules.

4-Moteur à combustion interne selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le moyen d'injection de carburant (4) est monté dans le moteur et le système de commande d'injection est capable de provoquer une ou plusieurs injections de carburant avec retard par rapport au cycle du moteur.

5-Moteur à combustion interne selon la revendication 4, dans lequel un moyen supplémentaire d'injection de carburant est monté dans la ligne d'échappement, en amont du moyen d'oxydation catalytique.

5 6-Moteur à combustion interne selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le premier seuil de température est compris entre 150°C et 250°C, de préférence de 200°C.

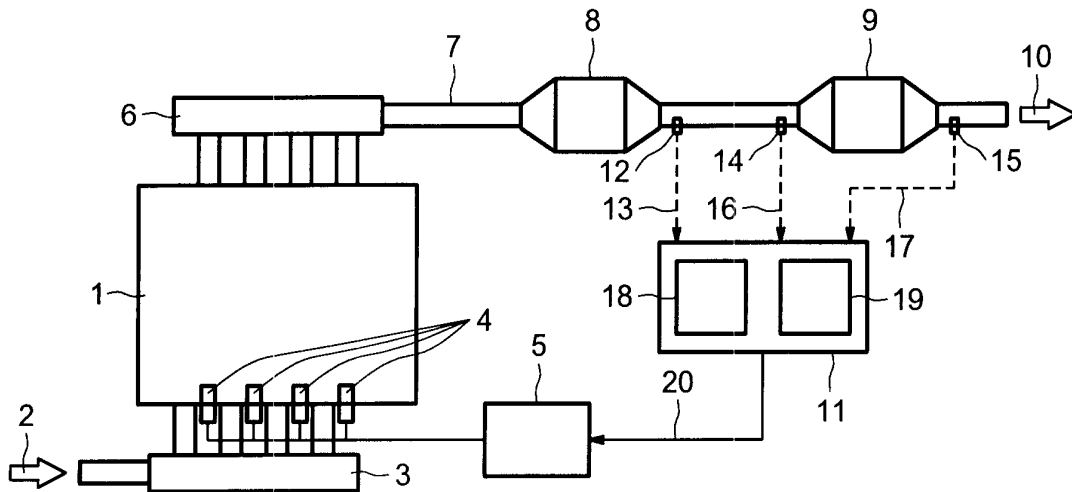
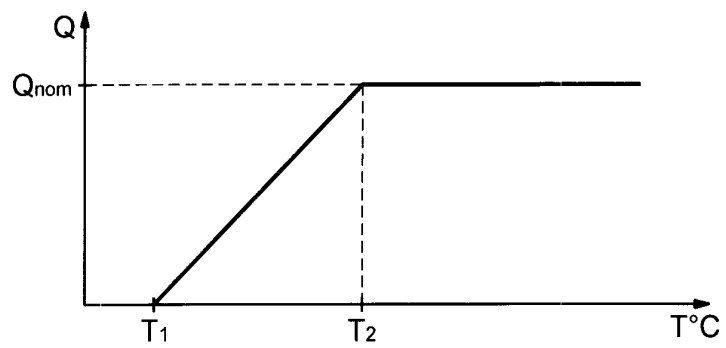
7-Procédé de régénération d'un filtre à particules monté dans la ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile, notamment du type Diesel et associé à un moyen d'oxydation catalytique disposé en amont ou au sein du filtre à particules, caractérisé par le fait qu'on injecte une quantité progressivement croissante de carburant, dès que la température des gaz d'échappement à la sortie du moyen d'oxydation catalytique atteint un premier seuil de température inférieur à la température souhaitée pour les gaz d'échappement en vue de la régénération du filtre à particules, la quantité de carburant injecté étant augmentée progressivement jusqu'à atteindre la quantité nominale pour la régénération du filtre à particules, lorsque la température a atteint ladite température souhaitée.

8-Procédé selon la revendication 7, dans lequel on injecte le carburant pour la régénération du filtre à particules, dans le moteur, avec retard par rapport au cycle du moteur.

9-Procédé selon les revendications 7 ou 8, dans lequel on injecte le carburant pour la régénération du filtre à particules, dans la ligne d'échappement du moteur, en amont du moyen d'oxydation catalytique.

25 10-Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel l'augmentation progressive de la quantité de carburant injecté est faite selon une relation linéaire dont le coefficient de pente a été préalablement déterminé par modélisation des réactions se déroulant dans des zones discrètes successives du moyen d'oxydation catalytique.

1/1

FIG.1FIG.2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 679073
FR 0604350

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		
D,X	FR 2 811 370 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 11 janvier 2002 (2002-01-11) * abrégé *	1,3-6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02D F01N
X	----- EP 1 437 492 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 14 juillet 2004 (2004-07-14) * alinéa [0047]; figures 7e,7f *	1,3-9	
X	----- DE 41 17 676 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 5 décembre 1991 (1991-12-05)	1,3,5	
A	* colonne 7, ligne 27 - ligne 36; figures 2,7 *	9	
X	----- WO 2005/090759 A (PYROBAN LTD [GB]; RATCLIFF IAN H [GB]; PARKER JOHN S [GB]; TESTER NIGE) 29 septembre 2005 (2005-09-29)	1,3,5,6	
A	* page 4, ligne 25 - page 11, ligne 12; figures *	9	
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		8 janvier 2007	Torle, Erik
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 0604350 FA 679073**

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 08-01-2007

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
FR 2811370 A1	11-01-2002	IT RM20010391 A1	07-01-2003
EP 1437492 A1	14-07-2004	CN 1517520 A	04-08-2004
		DE 602004000534 T2	17-08-2006
		JP 2004211638 A	29-07-2004
		US 2004204289 A1	14-10-2004
DE 4117676 A1	05-12-1991	JP 4041914 A	12-02-1992
		US 5207990 A	04-05-1993
WO 2005090759 A	29-09-2005	EP 1730390 A1	13-12-2006