

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 911 368**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **07 52644**

51) Int Cl⁸ : **F 01 N 9/00** (2006.01), **F 01 N 3/023**, 11/00, **F 02 D 45/00**, **G 01 C 21/26**

12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

22) Date de dépôt : 12.01.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 18.07.08 Bulletin 08/29.

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) : **CHAZAL YANN.**

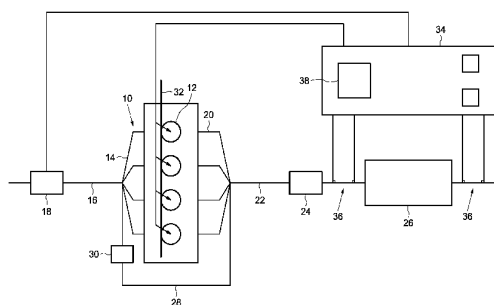
73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : **CASALONGA ET JOSSE.**

54) **SYSTEME ET PROCEDE DE CONTROLE DE LA REGENERATION D'UN FILTRE A PARTICULES.**

57) Ce système de contrôle de la régénération d'un filtre à particules d'une ligne d'échappement d'un véhicule automobile comprend des moyens de stockage de données (40) dans lesquels sont stockées des informations décrivant des trajets préalablement effectués par le véhicule, associés à des paramètres de régénération décrivant le déroulement d'une régénération pour chacun desdits trajets, et des moyens de calcul pour déterminer de manière prédictive les informations d'un trajet futur et pour déterminer les paramètres de régénération relatifs au déroulement du trajet futur à partir des données mémorisées.

Les paramètres de régénération sont des paramètres relatifs à l'efficacité de la régénération.



FR 2 911 368 - A1



B 06/3479 FR - ODE/DD

Société par actions simplifiée dite : **RENAULT s.a.s**

Systeme et procede de controle de la regeneration d'un filtre à particules.

Invention de : **Yann CHAZAL**

Systeme et procede de controle de la regeneration d'un filtre à particules.

5 L'invention concerne les lignes d'échappement de véhicules automobiles pourvus d'un filtre à particules. Plus particulièrement, l'invention concerne le contrôle de la régénération d'un filtre à particules, en particulier pour un moteur à combustion interne de type à allumage par compression.

10 Comme on le sait, l'hétérogénéité des processus de combustion dans les moteurs, en particulier dans les moteurs Diesel, a pour effet de générer des particules de carbone, qui ne peuvent être brûlées efficacement dans le moteur. Cela se traduit par l'apparition, en sortie de la ligne d'échappement, de fumées noires, caractéristiques des moteurs Diesel. Ce phénomène apparaît en particulier lors des phases
15 de démarrage et lors de fortes accélérations.

C'est la raison pour laquelle les lignes d'échappement de tels véhicules sont pourvues d'un filtre à particules qui permet de diminuer considérablement la quantité de particules, poussières et autres suies, émises dans l'atmosphère, et de satisfaire aux normes anti-pollution.

20 Des dispositifs de régénération pilotés permettent de brûler périodiquement les particules piégées dans le filtre, afin d'éviter le colmatage de ce dernier.

Ceci est classiquement effectué en élevant la température au sein du filtre à particules jusqu'à une température de l'ordre de 550 à
25 650°C, température à partir de laquelle les particules de carbone retenues dans le filtre s'enflamment spontanément.

Cette élévation de température peut être obtenue en injectant du carburant, en l'espèce du gasoil, pour obtenir la température souhaitée.

30 Des dispositifs de diagnostic de l'état de fonctionnement du système de filtration provoquent généralement le déclenchement de la régénération lorsque la quantité de suies stockées dans le filtre à particules est telle que la régénération peut être effectuée dans des conditions parfaitement contrôlables.

Il est néanmoins nécessaire que la régénération s'effectue dans des conditions de roulage prédéterminées, par exemple lorsque le véhicule circule à vitesse soutenue pendant une durée relativement longue. Il est donc souhaitable de déterminer les conditions de roulage d'un trajet futur, afin d'éviter de lancer une régénération dans des conditions qui peuvent avoir des conséquences néfastes pour le système de filtration ou aboutir à une régénération incomplète. Tel est en particulier le cas lorsque le véhicule circule dans un environnement urbain.

C'est ainsi que les documents EP-A-1 536 109 et GB-A-2 393 404 proposent de mémoriser dans des moyens de stockage de données embarqués à bord du véhicule des informations décrivant des trajets préalablement effectués par le véhicule associés à des paramètres de régénération pour chacun de ces trajets.

La régénération est alors contrôlée au moyen d'un système de localisation GPS (« Global Positioning System ») qui permet de connaître l'emplacement exact du véhicule, voire de disposer, à priori, des conditions de roulage rencontrées au cours d'un trajet saisi dans le système GPS par le conducteur et donc de connaître, à priori, si la régénération peut être effectuée de manière satisfaisante au cours de ce trajet.

Cependant, les techniques décrites dans ces documents se préoccupent uniquement de connaître si la distance et la durée du trajet sont suffisantes pour lancer la régénération.

Au vu de ce qui précède, le but de l'invention est de permettre de contrôler la régénération d'un filtre à particules en évitant toute consommation excessive de carburant et une dilution important du carburant dans le lubrifiant du moteur.

En effet, comme indiqué précédemment, la régénération d'un filtre à particules nécessite de chauffer les gaz d'échappement au moyen d'injections retardées de carburant dans les cylindres du moteur, permettant d'activer des réactions exothermiques dans le catalyseur d'oxydation des HC et des CO en amont du filtre à particules, pendant une durée de l'ordre de 15 à 20 minutes.

Une injection tardive pose des problèmes de dilution qui correspond à la fixation d'une partie du carburant dans l'huile de lubrification dans le moteur. Ce phénomène a pour conséquence néfaste de détériorer les qualités lubrifiantes de l'huile, au risque
5 d'endommager les composants du moteur, et oblige alors à des vidanges plus fréquentes.

L'invention a donc pour objet, selon un premier aspect, un système de contrôle de la régénération d'un filtre à particules d'une ligne d'échappement d'un véhicule automobile comprenant des moyens
10 de stockage de données dans lesquels sont stockées des informations décrivant des trajets préalablement effectués par le véhicule associés à des paramètres de régénération relatifs au déroulement d'une régénération pour chacun desdits trajets, et des moyens de calcul pour déterminer de manière prédictive les informations d'un trajet futur et
15 pour déterminer les paramètres relatifs au déroulement d'une régénération pour ledit trajet futur.

Selon une caractéristique générale de l'invention, les paramètres sont des paramètres relatifs à l'efficacité de la régénération.

20 Selon une autre caractéristique de l'invention, les paramètres relatifs à l'efficacité de la régénération comprennent un paramètre élaboré à partir du rapport entre une valeur d'une caractéristique traduisant une quantité de suies brûlées et une quantité de carburant dilué dans un lubrifiant du moteur.

25 Selon encore une autre caractéristique de l'invention, le système comporte un modèle embarqué de combustion de suies dans le filtre à particules adapté pour élaborer, pour chaque trajet, une quantité de suies brûlées à partir d'une masse de suies initiale et d'une vitesse de combustion de suies en fonction des points de
30 fonctionnement du moteur lors du fonctionnement du moteur au cours des trajets.

Il peut également comporter un modèle embarqué d'augmentation de dilution du carburant dans le lubrifiant en fonction

des points de fonctionnement du moteur rencontrés lors du fonctionnement du moteur au cours des trajets.

5 Dans un mode de réalisation, le système comporte un réseau neuronal adapté pour déterminer, à partir d'informations relatives à un trajet en cours, les paramètres de régénération du filtre à particules pour ce trajet en cours.

L'invention a également pour objet, selon un autre aspect, un procédé de contrôle de la régénération d'un filtre à particules de véhicule automobile comprenant les étapes de :

- 10 - stockage d'informations décrivant des trajets préalablement effectués par le véhicule et des paramètres de régénération relatifs au déroulement d'une régénération pour chacun desdits trajets ;
- 15 - détermination de manière prédictive des informations d'un trajet futur ;
- détermination des paramètres de régénération pour ledit trajet futur,

caractérisé en ce que les paramètres sont des paramètres relatifs à l'efficacité de la régénération.

20 Avantageusement, on configure un réseau neuronal à partir des données stockées en mémoire et l'on détermine les paramètres de régénération pour un trajet en cours au moyen du réseau neuronal configuré pour provoquer ou non la régénération au cours de ce trajet.

25 D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

30 -la figure 1 illustre, de manière schématique, la structure d'un moteur à combustion interne équipé d'un filtre à particules et pourvu d'un système de contrôle selon l'invention ; et

-la figure 2 est un schéma illustrant le principe du procédé de régénération selon l'invention.

Sur la figure 1, le moteur, désigné par la référence numérique générale 10, est un moteur de type Diesel suralimenté par turbocompresseur.

5 Dans l'exemple représenté, le moteur 10 comporte quatre cylindres, tels que 12, disposés en lignes. Il est alimenté en air frais par l'intermédiaire d'un répartiteur d'admission 14, lui-même alimenté par une conduite d'alimentation 16 pourvue d'un filtre à air (non représenté) et équipé d'un débitmètre 18.

10 Par ailleurs, le moteur 10 est pourvu d'un collecteur d'échappement 20, en communication avec une ligne d'échappement 22 pourvue d'un système de filtration de particules, constitué essentiellement d'un pot catalytique d'oxydation 24 et d'un filtre à particules 26.

15 Un circuit de recirculation des gaz d'échappement 28, qui est pourvu d'une vanne de recirculation 30, récupère une partie des gaz d'échappement issus de la combustion et les réinjecte dans le répartiteur d'admission 14.

20 Le moteur 10 est encore alimenté en carburant par l'intermédiaire d'un circuit d'alimentation 32. Par exemple, ce circuit d'alimentation est un circuit à haute pression et à rampe commune.

Enfin, un calculateur dûment programmé, désigné par la référence numérique générale 34, gère le fonctionnement du moteur 10, notamment la quantité de carburant injecté ou l'instant d'allumage du moteur, de manière à délivrer le couple demandé par le conducteur.

25 En particulier, le calculateur 34 reçoit des signaux de mesure en provenance de capteurs, tels que 36, équipant la ligne d'échappement en amont et en aval du filtre à particules 26, en provenance du débitmètre 18 équipant la conduite d'admission 16, et dispose de la valeur d'autres variables de fonctionnement du moteur, telles que le régime de fonctionnement du moteur, la température de l'air ambiant, celle du liquide de refroidissement, etc., comme cela est bien connu de l'homme du métier.

30 Le calculateur comporte également tous les moyens matériels et logiciels pour piloter les différents paramètres de fonctionnement du

moteur, tels que l'injection du carburant, la levée des soupapes d'admission et d'échappement, la quantité de gaz recirculé, ..., à partir d'une cartographie 38 stockée en mémoire dans le calculateur 34.

5 En particulier, il surveille la valeur du niveau de chargement du filtre à particules et, lorsque cette valeur dépasse une valeur de seuil prédéterminée, il met en oeuvre des moyens de régénération du filtre 26. Ces moyens de régénération sont constitués par des moyens de type classique, bien connus de l'homme du métier. Ils ne seront donc pas décrits en détail par la suite.

10 On notera, néanmoins, que ces moyens consistent essentiellement en des moyens permettant d'effectuer une injection retardée de carburant dans les cylindres du moteur permettant d'activer les réactions exothermiques dans le catalyseur 24 d'oxydation des HC et des CO, en amont du filtre à particules, pendant
15 15 à 20 minutes, afin de porter les gaz d'échappement à une température de l'ordre de 500 à 600°, pouvant avoisiner 650°C, pour brûler l'ensemble des particules de suies stockées.

En ce qui concerne la détermination du niveau de chargement du filtre, celle-ci peut être effectuée par différents moyens, par
20 exemple en mesurant la différence de pression régnant en amont et en aval du filtre à particules.

Par ailleurs, le calculateur 34 incorpore des moyens de calcul permettant de lancer la régénération lorsque le véhicule circule à vitesse soutenue pendant une durée compatible avec la durée de la
25 régénération.

En d'autres termes, ces moyens de calcul permettent de déterminer si le trajet du véhicule comporte un tronçon d'autoroute suffisant pour permettre d'effectuer la régénération totale du filtre afin d'éviter que la régénération ne soit lancée dans un environnement
30 urbain, c'est-à-dire constitué uniquement de trajets courts, durant lesquels les apports de chaleur liés à la régénération provoqueraient une augmentation de la consommation en carburant, en tout cas supérieure à la quantité de carburant consommée lors d'une régénération effectuée pendant un trajet sur autoroute, et d'éviter de

lancer une régénération qui risquerait d'être interrompue avant son terme.

Ces moyens de calculs permettent par ailleurs d'éviter de lancer une régénération dans des conditions qui entraîneraient une dilution important du carburant dans le lubrifiant du moteur.

En se référant également à la figure 2, le calculateur 34 comporte à cet effet des moyens de mémorisation 38 sous forme d'une cartographie décrivant un ensemble de trajets préalablement effectués, par exemple sous la forme d'une pile FIFO (« *First In First Out* », en anglais) associés chacun à des informations descriptives et à des paramètres de régénération.

En d'autres termes, les moyens de mémorisation 38 comportent, pour chaque trajet, une étiquette décrivant les conditions de roulage sous la forme de données macroscopiques caractéristiques du fonctionnement du véhicule et de son environnement lors du trajet.

Ainsi, par exemple, pour chaque trajet, on mémorise l'heure, le jour, la température extérieure, les coordonnées extraites du système de localisation GPS, la consommation en carburant, la vitesse moyenne, ...

En outre, pour chaque trajet, on associe, à ces informations, la valeur d'un paramètre de régénération, constitué par un paramètre représentatif de l'efficacité de la régénération.

Ce paramètre de régénération quantifie l'intérêt probable d'une régénération, si elle avait été déclenchée pour ce trajet. Par exemple, ce paramètre est constitué par le rapport entre la valeur d'une caractéristique traduisant une quantité de suies brûlées et une quantité de carburant dilué dans le lubrifiant du moteur.

Ce paramètre $COÛT$, pour chaque trajet, est donné par la relation suivante :

$$COÛT \text{ (trajet)} = \int_{t=t_{o_utile}}^{t=t_{finRGN}} \frac{Q_{\text{modèle_combustion}}}{Q'_{\text{modèle_dilution}}} dt$$

Par exemple, ces quantités de suies brûlées et de carburant dilué sont obtenues au moyen d'un premier modèle 42 de combustion de suies dans le filtre à particules, intégré au calculateur 34 et délivrant une quantité de suies brûlées à partir d'une masse initiale de suies et d'une vitesse de combustion de suies pour différents points de fonctionnement du moteur rencontrés lors du trajet.

De même, la quantité de carburant dilué est obtenue au moyen d'un deuxième modèle 44 d'augmentation de dilution de carburant dans le lubrifiant, délivrant une quantité de carburant dilué pour différents points de fonctionnement du moteur rencontrés au cours du trajet.

La cartographie 38 est utilisée pour déterminer, de manière très rapide, l'étiquette d'un trajet futur ou d'un trajet en cours.

Par exemple, à partir d'informations décrivant un trajet, telles que l'heure, le jour, la température extérieure, les coordonnées délivrées par le système GPS, la consommation en carburant, la vitesse moyenne, ..., le calculateur 34 délivre de manière très rapide, par exemple en une ou deux minutes, un paramètre COÛT, en identifiant, parmi l'ensemble des trajets stockés en cartographie 38, celui auquel le trajet en cours correspond.

Par exemple, et de préférence, le calculateur utilise à cet effet un réseau neuronal qui, lors d'une première phase du procédé de contrôle, est configuré, de manière connue en soi, de manière à rechercher les paramètres du réseau les mieux adaptés pour mettre en oeuvre la fonction de calcul de coût et identifier l'incertitude liée au calcul de cette fonction (phase I).

Après avoir été configuré, le réseau neuronal est capable de prédire le coût d'une régénération à partir d'une étiquette 46 caractérisant le trajet courant et de la base d'apprentissage constituée, représentative d'une habitude de roulage du conducteur.

Le paramètre de coût ainsi élaboré permet alors, par exemple par comparaison avec une valeur de seuil, de décider ou non du déclenchement de la régénération.

Ainsi, comme on le conçoit, l'invention, qui vient d'être décrite, selon laquelle on utilise un paramètre de régénération traduisant l'efficacité d'une régénération, permet de provoquer une régénération si les conditions de roulage autorisent la mise en oeuvre d'une régénération complète, sans surconsommation et sans dilution excessive.

REVENDICATIONS

1-Système de contrôle de la régénération d'un filtre à particules d'une ligne d'échappement d'un véhicule automobile, comprenant des moyens de stockage de données (40) dans lesquels sont stockées des informations décrivant des trajets préalablement effectués par le véhicule, associés à des paramètres de régénération décrivant le déroulement d'une régénération pour chacun desdits trajets, et des moyens de calcul pour déterminer de manière prédictive les informations d'un trajet futur et pour déterminer les paramètres de régénération relatifs au déroulement du trajet futur à partir des données mémorisées, caractérisé en ce que les paramètres de régénération sont des paramètres relatifs à l'efficacité de la régénération.

2-Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les paramètres relatifs à l'efficacité de la régénération comprennent un paramètre élaboré à partir du rapport entre une valeur d'une caractéristique ($Q_{\text{modèle_combustion}}$) traduisant une quantité de suies brûlées et une quantité de carburant ($Q_{\text{modèle_dilution}}$) dilué dans un lubrifiant du moteur.

3-Système selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte un modèle embarqué (42) de combustion de suies dans le filtre à particules adapté pour élaborer, pour chaque trajet, une quantité de suies brûlées à partir d'une masse de suies initiale et d'une vitesse de combustion de suies en fonction des points de fonctionnement du moteur rencontrés lors du fonctionnement du moteur au cours des trajets.

4-Système selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce qu'il comporte un modèle embarqué (44) d'augmentation de dilution de carburant dans le lubrifiant en fonction des points de fonctionnement du moteur rencontrés lors du fonctionnement du moteur au cours des trajets.

5-Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte un réseau neuronal adapté pour

délivrer à partir d'informations relatives à un trajet en cours les paramètres de régénération du filtre à particules pour ce trajet en cours.

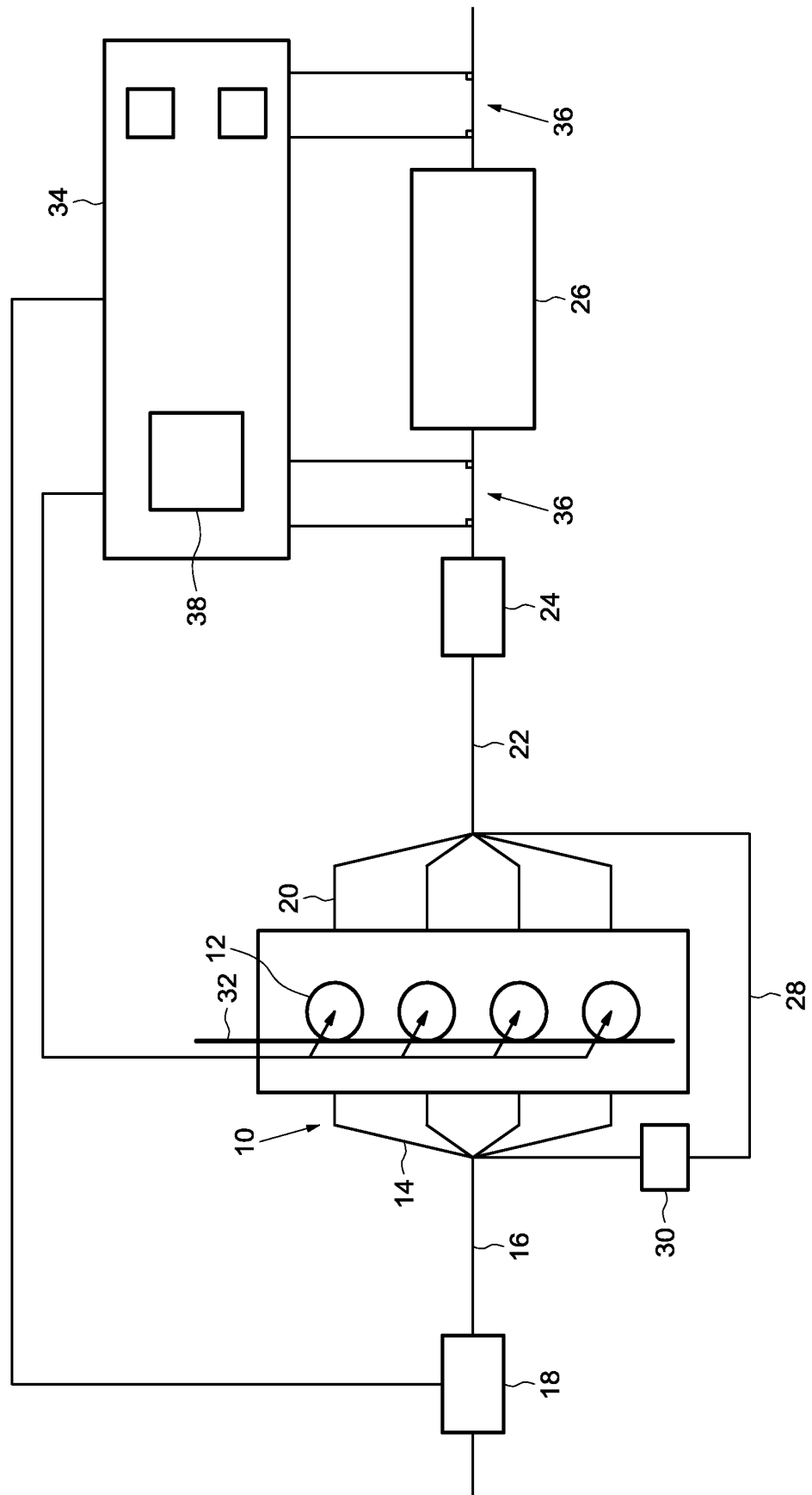
5 6-Procédé de contrôle de la régénération d'un filtre à particules de véhicule automobile, comprenant les étapes de :

- stockage d'informations décrivant des trajets préalablement effectués par le véhicule et des paramètres de régénération relatifs au déroulement d'une régénération pour chacun desdits trajets ;
- 10 - détermination de manière prédictive des informations d'un trajet futur ;
- détermination des paramètres de régénération pour ledit trajet futur,

15 caractérisé en ce que les paramètres de régénération sont des paramètres relatifs à l'efficacité de la régénération.

20 7-Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'on configure un réseau neuronal à partir des données stockées en mémoire et l'on détermine les paramètres de régénération pour un trajet en cours au moyen du réseau neuronal configuré pour provoquer ou non la régénération au cours de ce trajet.

1/2

FIG. 1

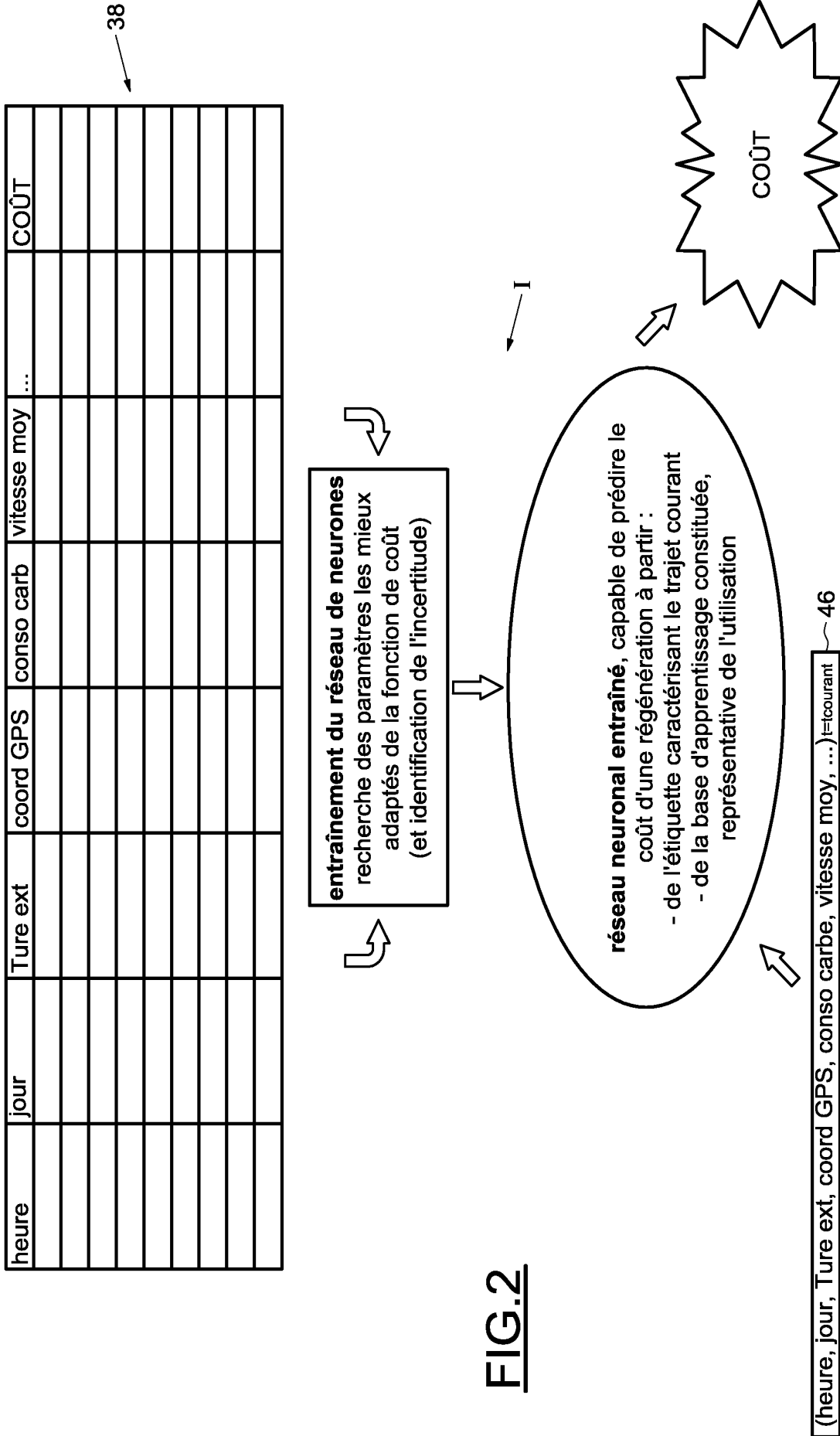


FIG.2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 689766
FR 0752644

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	EP 1 536 109 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 1 juin 2005 (2005-06-01) * alinéas [0014], [0055], [0059] *	1,6	F01N9/00 F01N3/023 F01N11/00 F02D45/00 G01C21/26
X	EP 1 316 705 A (OMG AG & CO KG [DE] UMICORE AG & CO KG [DE]) 4 juin 2003 (2003-06-04) * alinéas [0013], [0023], [0029] - [0035] *	1,5-7	
A	WO 2006/056718 A (RENAULT SA [FR]; DANEAU MARC [FR]; DAUPHIN NICOLAS [FR]; ETCHEVERRY CE) 1 juin 2006 (2006-06-01) * page 6 - page 9 *	2	
D,A	GB 2 393 404 A (FORD GLOBAL TECH INC [US]; FORD GLOBAL TECHNOLOGIES LLC [US] FORD GLOB) 31 mars 2004 (2004-03-31) * le document en entier *	1,6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02D F01N
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		29 août 2007	Röttger, Klaus
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 0752644 FA 689766**

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 29-08-2007

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
EP 1536109	A	01-06-2005	FR 2863005 A1	03-06-2005
EP 1316705	A	04-06-2003	BR 0204870 A	09-09-2003
			CA 2413176 A1	28-05-2003
			DE 10158480 C1	09-10-2003
			JP 2004124927 A	22-04-2004
			KR 20030043773 A	02-06-2003
			US 2003135323 A1	17-07-2003
WO 2006056718	A	01-06-2006	EP 1819915 A1	22-08-2007
			FR 2878566 A1	02-06-2006
GB 2393404	A	31-03-2004	AUCUN	