

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
**INSTITUT NATIONAL  
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
 COURBEVOIE

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

**3 035 450**

21 N° d'enregistrement national : **15 53567**

51 Int Cl<sup>8</sup> : **F 02 D 41/30 (2016.01), F 02 D 41/02**

12

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

22 Date de dépôt : 21.04.15.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.10.16 Bulletin 16/43.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Société par actions simplifiée — FR et CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH — DE.

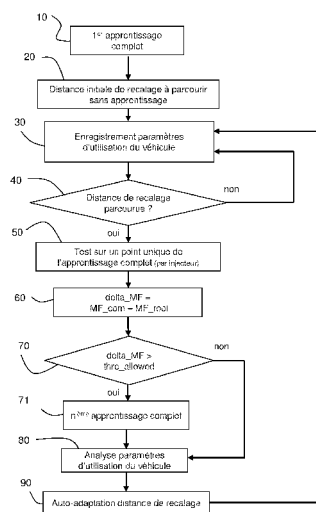
72 Inventeur(s) : LEBLON MICHAEL et PERCHERON JONAS.

73 Titulaire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Société par actions simplifiée, CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH.

74 Mandataire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Société par actions simplifiée.

54 **PROCEDE ET DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DES QUANTITES DE CARBURANT INJECTEES DANS UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.**

57 La présente invention a pour objet un procédé et un dispositif auto-adaptatif de surveillance des quantités de carburant injectées par un injecteur monté dans un moteur à combustion interne, sur un champ moteur prédéterminé, en cours d'utilisation d'un véhicule doté d'une unité de contrôle dudit moteur à combustion (ECU). Lors de la première utilisation du véhicule, l'ECU réalise un premier apprentissage complet des quantités injectées de carburant, puis définit préalablement une distance initiale de recalage à parcourir avant un test de validité sur un point unique d'apprentissage. L'ECU calcule alors la différence ( $\Delta_{MF}$ ) entre la quantité (MF com) de carburant commandée et la quantité (MF reel) de carburant réellement injectée, et compare cette différence à un seuil (thre\_allowed) de différence autorisée, à partir de laquelle l'ECU détermine un nouvel apprentissage complet ou une distance complémentaire à parcourir avant ce dernier.



FR 3 035 450 - A1



La présente invention se rapporte à un procédé et un dispositif de surveillance des quantités de carburant injectées par un injecteur monté dans un moteur à combustion interne, sur un champ moteur prédéterminé, en cours d'utilisation d'un véhicule doté d'une unité de contrôle dudit moteur à combustion interne, le procédé comprenant une étape  
5 consistant en ce que, lors de la première utilisation du véhicule, l'unité de contrôle moteur réalise un premier apprentissage complet des quantités injectées de carburant pour un injecteur donné sur le champ moteur prédéterminé, comportant une pluralité d'injections tests de carburant, une injection test correspondant à la commande de l'injection d'une quantité donnée de carburant à une pression d'injection donnée.

10 Les quantités de carburant injectées dans les cylindres d'un moteur à combustion interne, dérivent dans le temps, pour un injecteur donné et pour une commande d'une quantité donnée de carburant, tout au long de l'utilisation du véhicule.

La dérive ou différence entre une quantité réellement injectée de carburant et la quantité d'injection correspondante qui avait été commandée par l'unité de contrôle  
15 moteur est due à l'accroissement d'un jeu fonctionnel existant, en position fermée de l'injecteur, entre l'actionneur de l'organe d'ouverture de l'injecteur et cet organe d'ouverture lui-même, prenant la forme par exemple d'une aiguille pour un injecteur de type « direct drive » ou d'un champignon pour un injecteur de type « servo drive ». Ce jeu fonctionnel garantit une fermeture totale de l'injecteur sans fuite de carburant.  
20 L'accroissement de ce jeu est par exemple dû à une addition des usures de certains organes de l'injecteur, et notamment l'usure du siège de l'aiguille de l'injecteur, ou à une dépolarisation d'un actionneur piézoélectrique de l'injecteur le cas échéant.

Il est ainsi nécessaire de surveiller cette dérive au cours de l'utilisation du véhicule, en particulier pour un moteur diesel dans lequel des injections pilotes à faible  
25 quantité de carburant sont effectuées à chaque cycle moteur en vue notamment de réduire le bruit et d'améliorer la combustion du mélange. Dans le cas d'une dérive trop importante d'un injecteur, ces quantités pilotes peuvent ne plus être effectives ou être réduites à tel point que l'effet escompté est absent ou trop faible, du fait d'un jeu trop important à rattraper avant que l'injecteur ne s'ouvre. En effet, à une quantité donnée de  
30 carburant à injecter correspond un temps électrique de commande d'ouverture de l'injecteur, et à un temps électrique donné d'ouverture d'un injecteur correspond une quantité de carburant déterminée pour une pression d'injection donnée par exemple dans le rail commun d'injection. Lorsque la dérive d'un injecteur est trop importante, une partie de ce temps électrique est utilisée à rattraper le jeu de l'injecteur, ce qui est pris sur le

temps d'injection du carburant et réduit d'autant la quantité de carburant réellement injectée.

Pour surveiller les quantités de carburant réellement injectées comparées aux quantités commandées par l'unité de contrôle moteur, on procède donc, pour un injecteur  
5 donné, au cours de l'utilisation du véhicule et sur commande de son unité de contrôle  
moteur, à une pluralité de points d'apprentissage, respectivement pour  $n$  pressions  
différentes d'injection, et pour  $m$  quantités différentes de carburant, soit  $n \times m$  points  
d'apprentissage au maximum, ce qui définit un apprentissage complet des quantités de  
10 carburant injectées par ledit injecteur, par l'unité de contrôle moteur, pour un moteur et un  
champ moteur prédéterminés. Pour chaque point d'apprentissage, une pluralité  
d'injections test est opérée, chacune à pression d'injection et quantité de carburant fixes,  
afin d'obtenir un résultat robuste.

On évalue à chaque injection test la quantité réellement injectée de carburant,  
par exemple en effectuant un calcul de l'énergie produite par l'injection d'une quantité de  
15 carburant commandée par l'unité de contrôle moteur. A cet effet, on procède par exemple  
aux dites injections tests lors d'une décélération du véhicule, comme enseigné dans le  
document WO 2009/92474. Le calcul de l'énergie produite par une injection test est par  
exemple réalisé en estimant le couple généré par cette injection test sur le vilebrequin. Le  
couple généré par une injection test sur le vilebrequin en phase de décélération est  
20 calculé par exemple à partir d'un capteur de position du vilebrequin, en évaluant le temps  
s'écoulant entre deux fronts successifs de la cible du capteur dont on connaît la distance  
angulaire de séparation, et en calculant l'accélération produite par dérivation.  
L'accélération donne une image du couple ainsi généré par l'injection test alors qu'aucune  
25 autre injection n'est effectuée dans les cylindres puisque le moteur est en phase de  
décélération.

Dans le cadre de l'apprentissage, lorsque la quantité de carburant injectée  
s'éloigne de celle commandée au-delà d'un seuil donné, c'est-à-dire lorsque la dérive est  
trop importante, l'unité de contrôle moteur corrige le temps d'ouverture des injecteurs afin  
de rectifier la quantité de carburant réellement injectée pour qu'elle corresponde à celle  
30 commandée.

Pour effectuer un apprentissage complet sur un champ moteur prédéterminé  
représentatif de l'utilisation d'un moteur, on réalise par exemple une pluralité de points  
d'apprentissage pour trois ou quatre pressions différentes d'injection et pour trois ou  
quatre quantités différentes de carburant, ce qui nécessite entre 9 et 16 points  
35 d'apprentissage par apprentissage complet. La durée d'une injection test nécessite un  
temps minimal disponible de décélération pour sa bonne exécution, ce qui limite les  
occurrences utilisables de décélération pour ces injections tests. En pratique, on

considère qu'il faut une cinquantaine de telles décélérations du véhicule pour effectuer un apprentissage complet. Par ailleurs, cette phase de décélération d'un moteur lorsque le véhicule roule est de plus en plus demandée et utilisée par diverses fonctions de l'unité de contrôle moteur, par exemple recharge batterie électrique sur véhicule hybride, diagnostic et adaptation de la sonde à oxygène, adaptation du capteur de position du vilebrequin, ce qui réduit les plages disponibles pour l'estimation des quantités injectées de carburant. Ainsi, il n'est plus possible de surveiller en continu ou en permanence les quantités injectées de carburant en cours d'utilisation d'un véhicule afin de corriger au plus près ces quantités injectées, en cas de dérive du jeu des injecteurs.

10 L'invention permet de pallier ces inconvénients. Plus précisément, elle consiste en un procédé de surveillance des quantités de carburant injectées par un injecteur monté dans un moteur à combustion interne, sur un champ moteur prédéterminé, en cours d'utilisation d'un véhicule doté d'une unité de contrôle dudit moteur à combustion interne, comprenant les étapes suivantes :

15 • lors de la première utilisation du véhicule, l'unité de contrôle moteur réalise un premier apprentissage complet des quantités injectées de carburant pour un injecteur donné sur ledit champ moteur prédéterminé, comportant une pluralité de points d'apprentissage comportant chacun au moins une injection test de carburant, une injection test correspondant à la commande de l'injection d'une  
20 quantité donnée de carburant à une pression d'injection donnée,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes, pour ledit injecteur donné :

• l'unité de contrôle moteur définit préalablement une distance initiale de recalage à parcourir au véhicule à partir dudit premier apprentissage complet, sans  
25 qu'aucun apprentissage supplémentaire des quantités injectées de carburant ne soit effectué,

• l'unité de contrôle moteur enregistre une pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule pendant le parcours de ladite distance initiale de recalage,

30 • lorsque ladite distance initiale de recalage a été parcourue, l'unité de contrôle moteur réalise un test de validité dudit premier apprentissage complet, sur un point unique de ladite pluralité de points d'apprentissage, constitué d'une commande d'au moins une injection test d'une quantité donnée de carburant à une pression d'injection donnée,

35 • l'unité de contrôle moteur calcule alors la différence moyenne entre la quantité de carburant commandée pour ladite au moins une injection test et la quantité de carburant réellement injectée,

- l'unité de contrôle moteur compare ensuite la différence moyenne obtenue à un seuil prédéterminé de différence moyenne autorisée, et
  - si la différence moyenne est supérieure au dit seuil, l'unité de contrôle moteur engage, à l'issue du parcours de ladite distance initiale de recalage, la réalisation d'un deuxième apprentissage complet des quantités injectées de carburant, sur ledit champ moteur prédéterminé,
  - si la différence moyenne est inférieure ou égale au dit seuil,
    - l'unité de contrôle moteur analyse ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule enregistrés pendant le parcours de la distance initiale de recalage, et
    - l'unité de contrôle moteur détermine une distance auto-adaptée de recalage en fonction de ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule enregistrés pendant le parcours de la distance initiale de recalage, à parcourir à partir de la fin de la distance initiale de recalage, en vue d'un deuxième apprentissage complet des quantités injectées de carburant, sur ledit champ moteur prédéterminé, et le procédé revient à l'étape dans laquelle l'unité de contrôle moteur enregistre une pluralité de paramètres d'utilisation du véhicule.

La présente invention propose un procédé de surveillance des quantités de carburant réellement injectées par un injecteur monté dans un moteur à combustion interne d'un véhicule, qui est auto-adaptatif en réduisant les cycles d'apprentissages complets au minimum nécessaire en fonction du type d'utilisation du véhicule, et en optimisant donc l'utilisation des phases de décélération du véhicule. Un test de validité sur un point unique de l'apprentissage complet nécessite seulement environ cinq décélérations du véhicule pour être effectué, soit dix fois moins de décélérations que pour un apprentissage complet. Le test de validité sur un point d'apprentissage nécessite moins d'injections tests que pour un point d'apprentissage, du fait qu'il n'est pas réalisé pour une correction de l'injection comme cela est le cas pour un point d'apprentissage ; en effet, après un test de validité sur un point d'apprentissage les corrections des injecteurs ne sont pas mises à jour.

Selon une caractéristique avantageuse, le procédé selon l'invention comprend en outre les étapes suivantes après avoir réalisé ledit deuxième apprentissage complet :

- l'unité de contrôle moteur analyse ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule enregistrés jusqu'au dit deuxième apprentissage complet, et

- l'unité de contrôle moteur détermine une distance auto-adaptée de recalage et revient à l'étape dans laquelle l'unité de contrôle moteur enregistre une pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule, en vue d'un n<sup>ième</sup> apprentissage des quantités injectées de carburant, sur ledit champ moteur prédéterminé.

5

Selon une autre caractéristique avantageuse, ledit apprentissage complet des quantités injectées de carburant pour un injecteur donné sur ledit champ moteur prédéterminé, comporte une pluralité de points d'apprentissage distincts, respectivement pour n pressions différentes d'injection, et pour m quantités différentes de carburant, définissant un maximum de n fois m points d'apprentissage différents, avec n supérieur ou égal à 3 et m supérieur ou égal à 1.

10

Selon une autre caractéristique avantageuse, ladite distance initiale de recalage est déterminée de manière empirique, comme correspondant à la distance minimale d'une plage de distances de parcours du véhicule, couvrant respectivement l'ensemble des types d'utilisation du véhicule, à l'issue desquelles la différence respective entre une quantité de carburant commandée par l'unité de contrôle moteur pour une injection donnée et la quantité de carburant réellement injectée lors de ladite injection donnée est supérieure au dit seuil prédéterminé de différence moyenne autorisée.

15

Selon une autre caractéristique avantageuse, ledit point unique de ladite pluralité de points d'apprentissage pour ledit test de validité est déterminé par l'unité de contrôle moteur en fonction de ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule pendant ladite distance initiale de recalage.

20

Selon une autre caractéristique avantageuse, ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule comprend au moins l'un des paramètres suivants : vitesse moyenne du véhicule, longueur moyenne des trajets parcourus par le véhicule, dérive moyenne par unité de distance parcourue par le véhicule.

25

La vitesse moyenne d'utilisation du véhicule est obtenue par un ratio, dit ratio de vitesse moyenne, correspondant à la distance totale parcourue par le véhicule divisée par le temps total de fonctionnement du moteur du véhicule, pris au moment du calcul du ratio ; ce ratio de vitesse moyenne ne prend pas en compte le temps de vie du véhicule moteur arrêté. Il permet d'évaluer si le véhicule est plutôt utilisé en ville ou sur route, c'est-à-dire si les commandes des actionneurs des injecteurs correspondent plutôt à des petites quantités de carburant (fonctionnement au ralenti) qui entraînent une dépolarisation plus rapide des actionneurs dans le cas des injecteurs piézoélectriques. Plus ce ratio de vitesse moyenne est élevé, et plus la distance auto-adaptée de recalage augmente. A l'inverse, plus le ratio de vitesse moyenne est faible, et plus la distance auto-adaptée de recalage diminue.

30

35

La longueur moyenne des trajets parcourus par le véhicule est obtenue par un ratio, dit ratio de longueur des trajets, correspondant à la distance totale parcourue par le véhicule divisée par le nombre de démarrages du moteur, pris au moment du calcul du ratio. Ce ratio permet d'évaluer si le fonctionnement du véhicule en phase transitoire de montée en température est prépondérant devant un fonctionnement du moteur à température stabilisé. Plus le ratio de longueur des trajets est faible, plus la phase transitoire de montée en température est prépondérante dans le temps de fonctionnement du moteur. Plus ce ratio de longueur des trajets est faible, plus la distance auto-adaptée de recalage diminue. A l'inverse, Plus ce ratio de longueur des trajets est grand, plus la distance auto-adaptée de recalage augmente.

La dérive moyenne par unité de distance parcourue par le véhicule est obtenue par un ratio, dit ratio de dérive kilométrique, correspondant à la différence entre la quantité de carburant commandée et la quantité de carburant réellement injectée, divisée par la distance totale parcourue par le véhicule, pris au moment du calcul du ratio. La différence entre la quantité de carburant commandée et la quantité de carburant réellement injectée pour le calcul de ce ratio peut par exemple être évaluée lors d'un test de l'apprentissage sur un point unique, ou lors d'un apprentissage complet des quantités injectées de carburant. Plus ce ratio de dérive kilométrique est faible, plus la distance auto-adaptée de recalage augmente. A l'inverse, Plus ce ratio de dérive kilométrique est grand, plus la distance auto-adaptée de recalage diminue.

La présente invention se rapporte en outre à un dispositif de surveillance des quantités de carburant injectées par un injecteur monté dans un moteur à combustion interne, sur un champ moteur prédéterminé, en cours d'utilisation d'un véhicule doté d'une unité de contrôle dudit moteur à combustion interne, comprenant ladite unité de contrôle moteur caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour la mise en œuvre d'un procédé suivant l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture qui suit d'un exemple de mode de réalisation d'un procédé et d'un dispositif selon l'invention, accompagnés des dessins annexés, exemple donné à titre illustratif non limitatif.

- **La figure 1** représente un logigramme d'un exemple d'un procédé selon l'invention de surveillance des quantités de carburant injectées par un injecteur monté dans un moteur à combustion interne.
- **Les figures 2A et 2B** représentent respectivement un exemple d'apprentissage complet, et un exemple de point unique pour un test de validité, choisi parmi les points de l'apprentissage complet, des quantités injectées de carburant pour un injecteur donné sur un champ moteur prédéterminé, comportant une pluralité d'injections tests de carburant.

Le procédé tel que représenté via le logigramme sur la figure 1 a pour objectif la surveillance des quantités de carburant injectées par un injecteur monté dans un moteur à combustion interne (non représentés), sur un champ moteur prédéterminé, en cours d'utilisation d'un véhicule doté d'une unité de contrôle du moteur à combustion interne (non représentés).

Le procédé s'applique à tout type de moteur comportant des injecteurs de carburant possédant un jeu fonctionnel entre l'actionneur de l'organe d'ouverture de l'injecteur et cet organe d'ouverture lui-même, par exemple des injecteurs à actionneur piézoélectrique, dont ledit jeu fonctionnel peut dériver dans le temps de manière non négligeable.

Le procédé représenté sur la figure 1 comprend les étapes suivantes pour un injecteur donné :

- étape 10 : lors de la première utilisation du véhicule, par exemple à partir de la sortie d'usine, l'unité de contrôle moteur réalise un premier apprentissage complet des quantités injectées de carburant pour l'injecteur considéré, sur le champ moteur prédéterminé, comportant une pluralité de points d'apprentissage comportant chacun au moins une injection test de carburant, une injection test correspondant à la commande de l'injection d'une quantité donnée de carburant à une pression d'injection donnée ;
- étape 20 : l'unité de contrôle moteur définit préalablement une distance initiale de recalage à parcourir au véhicule à partir du premier apprentissage complet, sans qu'aucun apprentissage supplémentaire des quantités injectées de carburant ne soit effectué ;
- étape 30 : l'unité de contrôle moteur enregistre une pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule, d'une manière générale pendant l'utilisation du véhicule moteur tournant, par exemple pendant le parcours de la distance initiale de recalage jusqu'au deuxième apprentissage complet, puis avantageusement ultérieurement, jusqu'aux apprentissages complets successifs et consécutifs au deuxième apprentissage complet ;
- étape 40 : l'unité de contrôle moteur surveille la distance parcourue par le véhicule jusqu'au parcours complet de la distance initiale de recalage, en comparant en temps réel cette distance parcourue à la distance initiale de recalage ; tant que la distance parcourue par le véhicule reste inférieure à cette distance initiale de recalage, l'unité de contrôle moteur n'engage aucun apprentissage ;
- étape 50 : lorsque la distance initiale de recalage a été parcourue, l'unité de contrôle moteur réalise un test de validité du premier apprentissage complet, sur

un point unique de la pluralité de points d'apprentissage, constitué d'une commande d'au moins une injection test d'une quantité donnée de carburant à une pression d'injection donnée, par exemple quatre ou cinq injections tests ;

5 • étape 60 : l'unité de contrôle moteur calcule alors la différence moyenne  $\Delta_{MF}$  entre la quantité  $MF_{com}$  de carburant commandée pour les injections tests sur un point unique d'apprentissage et la quantité  $MF_{reel}$  de carburant réellement injectée à chaque injection test ;

10 • étape 70 : l'unité de contrôle moteur compare ensuite la différence moyenne  $\Delta_{MF}$  obtenue à un seuil  $thre\_allowed$  prédéterminé de différence autorisée, et

– étape 71 : si la différence  $\Delta_{MF}$  est supérieure au dit seuil, l'unité de contrôle moteur engage, à l'issue de la distance initiale de recalage, la réalisation d'un deuxième apprentissage complet des quantités injectées de carburant, sur le champ moteur prédéterminé, et

15 – si la différence  $\Delta_{MF}$  est inférieure ou égale au dit seuil, alors :

• étape 80 : l'unité de contrôle moteur analyse la pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule enregistrés pendant le parcours de la distance initiale de recalage, et

20 • étape 90 : l'unité de contrôle moteur détermine une distance auto-adaptée de recalage en fonction de ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule enregistrés pendant le parcours de la distance initiale de recalage (étape 30) ; la distance auto-adaptée de recalage est à parcourir à partir de la fin du parcours de la distance initiale de recalage, en vue d'un deuxième apprentissage complet des quantités injectées de carburant sur le champ moteur prédéterminé ; le procédé revient ensuite à l'étape 30 dans laquelle l'unité de contrôle moteur enregistre une pluralité de paramètres d'utilisation du véhicule, et les étapes 30 à 70 sont

25 réitérées, l'étape 71 étant effectuée en temps utile.

30 Comme représenté sur la figure 1, après avoir réalisé le deuxième apprentissage complet à l'étape 71, soit après que le véhicule ait parcouru la distance initiale de recalage, ou après qu'il ait parcouru cette distance initiale de recalage additionnée de la distance auto-adaptée de recalage, le procédé comprend avantageusement les étapes suivantes :

35 • étape 80 : une fois le deuxième apprentissage complet effectué, l'unité de contrôle moteur effectue une analyse de la pluralité de paramètres représentatifs

de l'utilisation du véhicule qui ont été préalablement enregistrés jusqu'au deuxième apprentissage complet, et

- étape 90 : l'unité de contrôle moteur détermine une distance auto-adaptée de recalage en fonction de l'analyse de la pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule faite à l'étape ci-dessus, et le procédé revient ensuite à l'étape dans laquelle l'unité de contrôle moteur enregistre une pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule (étape 30 sur la figure 1), la distance initiale de recalage étant remplacée par une  $n^{\text{ième}}$  distance auto-adaptée de recalage, en vue d'un  $n^{\text{ième}}$  apprentissage des quantités injectées de carburant, sur ledit champ moteur prédéterminé.

Il est à noter qu'à l'étape 90, on redéfinit la distance de recalage, ce qui fait que le procédé décrit tient compte d'une évolution de conditions d'utilisation variables du véhicule au cours des kilomètres parcourus, justifiant la qualification d'auto-adaptation de la distance de recalage. Ainsi, à chaque cycle, il existe un test de validité de l'apprentissage complet courant, sur un point unique de la pluralité de points d'apprentissage (étape 50), qui a pour fonction d'éviter un apprentissage complet inutile dans la mesure où les conditions d'utilisation du véhicule auraient été modifiées depuis le dernier apprentissage complet, en sorte d'avoir changé l'échéance utile du retour d'un apprentissage complet.

Le procédé décrit ci-dessus concerne un injecteur donné, mais sera avantageusement appliqué à chacun des injecteurs du moteur, en parallèle.

De préférence, un apprentissage complet des quantités injectées de carburant pour un injecteur donné, sur le champ moteur prédéterminé, comporte une pluralité de points d'apprentissage distincts, respectivement pour  $n$  pressions différentes d'injection, et pour  $m$  quantités différentes de carburant, définissant un maximum de  $n$  fois  $m$  points d'apprentissage différents, avec par exemple  $n$  supérieur ou égal à 3 et  $m$  supérieur ou égal à 1.

Comme représenté sur la figure 2A,  $n$  est égal à 4 avec P1, P2, P3, P4, et  $m$  est égal à 4 également, avec M1, M2, M3, M4, définissant un maximum de  $4 \times 4$  points d'apprentissage différents, soit 16 points d'apprentissage. Il est à noter qu'un apprentissage complet peut consister en un sous-ensemble de points d'apprentissage, par exemple composé de 3 à 16 points d'apprentissage (non représenté), afin de réduire le temps nécessaire à la réalisation d'un apprentissage complet.

Chaque apprentissage complet au cours de la vie d'un injecteur, peut être réalisé au moyen d'un nombre prédéterminé de points d'apprentissage, constant ou variable, choisi en fonction du mode de mesure de la quantité de carburant réellement injectée à chaque injection test, ou du champ moteur utilisé.

Dans un exemple de mode de réalisation connu, un point d'apprentissage est appliqué en phase de décélération du véhicule (pied levé), en évaluant la quantité de carburant réellement injectée à partir de l'accélération du vilebrequin provoquée par une injection test, mesurée de manière connue au moyen du capteur de position du vilebrequin. Afin d'obtenir un résultat robuste, on réalise plusieurs injections tests pour le même point d'apprentissage et on effectue une moyenne des résultats obtenus. A titre d'exemple, l'apprentissage d'un point nécessite la commande d'un nombre d'injections tests compris entre 30 et 100 injections tests, de préférence de l'ordre d'une cinquantaine d'injections test. L'unité de contrôle moteur corrige ensuite et le cas échéant les temps d'ouverture de l'injecteur pour compenser la dérive comme expliqué plus haut.

Dans cet exemple (décélération), certains points de fonctionnement moteur sont peu aisés à tester. En effet, la quantité de carburant injectée lors d'une injection test ne doit pas être trop importante, et doit être limitée afin de ne pas provoquer une accélération ou un à-coup qui serait perceptible par le conducteur ou les passagers du véhicule. En pratique, selon cette méthode, il n'est pas envisageable de dépasser 2 mg pour une injection test.

Toujours dans cet exemple (décélération) de mode de réalisation d'une injection test, les pressions de référence sont des pressions mesurées dans le rail commun d'alimentation des injecteurs en carburant. Les pressions utilisées pour les injections tests sont les faibles pressions de type pression de ralenti, les moyennes pressions, et les hautes pressions. Les très hautes pressions sont à éviter pour les raisons déjà expliquées plus haut (éviter les accélérations ou à-coups perceptibles), du fait qu'il est plus difficile de contrôler une faible quantité de carburant injecté à très haute pression.

Le choix préférentiel des points d'apprentissage pour un apprentissage complet est opéré suivant la technologie d'injecteur utilisée afin que les points choisis soient représentatifs pour couvrir le champ d'utilisation de l'injecteur et s'assurer que les injections pilotes commandées par l'unité de contrôle moteur soient opérationnelles. Par exemple, on peut choisir 1 ou 2 points en faible pression (pression de ralenti), 1 point en moyenne pression, et 1 point en haute pression, pour 1 à 4 quantités différentes de carburant injecté, par exemple 0,8 mg, 1 mg, 1,5 mg, et environ 2 mg, ce qui représente comme indiqué plus haut en général de 3 à 16 points d'apprentissage par injecteur pour un apprentissage complet.

La distance initiale de recalage est de préférence déterminée de manière empirique, comme correspondant à la distance minimale choisie parmi une plage de distances de parcours du véhicule, couvrant respectivement l'ensemble des types d'utilisation du véhicule, à l'issue desquelles la différence respective entre une quantité de

carburant commandée par l'unité de contrôle moteur pour une injection donnée et la quantité de carburant réellement injectée lors de cette injection, est supérieure au seuil prédéterminé de différence autorisée. Par exemple, on peut choisir une distance de l'ordre de 500 km pour cette distance initiale de recalage.

5 Le point unique de la pluralité de points d'apprentissage pour le test de validité de l'apprentissage complet (étape 50), est de préférence déterminé par l'unité de contrôle moteur en fonction de la pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule pendant la distance initiale de recalage. Le point de test sera choisi de manière  
10 avantageuse au point d'apprentissage qui est le plus stable ou le plus robuste, ou que l'on puisse tester le facilement possible. Il est sélectionné parmi les points d'apprentissage de l'apprentissage complet, par exemple le point correspondant à la pression P2 et à la quantité de carburant M2 sur la figure 2B, représentant un point en faible pression et une quantité de carburant de 1 mg. A partir de la différence moyenne  $\Delta_{MF}$  obtenue pour  
15 ce point unique, l'unité de contrôle moteur extrapole la dérive jusqu'à la limite admissible  $\Delta_{allowed}$ , et en déduit la distance supplémentaire auto-adaptée qui reste à parcourir jusqu'à l'obtention de ce seuil de dérive, à partir de la distance initiale de recalage déjà  
20 parcourue, ou plus généralement de la distance auto-adaptée de recalage qui reste encore à parcourir depuis le dernier apprentissage complet. Ainsi, lorsque la distance auto-adaptée sera parcourue, il sera normalement, c'est-à-dire si les conditions d'utilisation ne changent pas, nécessaire de procéder à un apprentissage complet car le seuil admissible de dérive aura été atteint, et le nombre d'apprentissage aura ainsi été optimisé. Dans le cas où les conditions d'utilisation du véhicule sont modifiées durant le  
parcours de la distance auto-adaptée, le test sur un point unique d'apprentissage permet d'éviter éventuellement un apprentissage complet inutile.

25 Le seuil  $\Delta_{allowed}$  prédéterminé de différence autorisée est un paramètre connu de l'homme du métier et ne sera pas décrit plus en détail ici. L'homme du métier sait à partir de quelle différence  $\Delta_{MF}$  les injecteurs ne sont plus totalement opérationnels et doivent faire l'objet d'un apprentissage complet. Ce seuil dépend du type d'injecteur et de moteur, ainsi que du type de pilotage des injecteurs.

30 Lorsque cette distance auto-adaptée aura été parcourue, l'unité de contrôle moteur vérifiera de préférence, avant de procéder à l'apprentissage complet, que le seuil de dérive autorisé a bien été atteint, par exemple en procédant à un test sur un point unique d'apprentissage. Dans l'affirmative, l'unité de contrôle moteur procède à un apprentissage complet, et dans la négative, l'unité de contrôle moteur détermine une  
35 nouvelle distance auto-adaptée à parcourir avant de procéder à l'apprentissage complet. Ceci peut être utile dans le cas d'un changement important d'utilisation du véhicule, par

exemple roulage routier ou roulage urbain, ou également changement de conducteur, toujours afin d'éviter un apprentissage complet non nécessaire.

La pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule, pendant le parcours de la distance initiale de recalage, ainsi que pendant le parcours de la distance auto-adaptée de recalage, c'est-à-dire pendant la surveillance de fonctionnement du moteur, comprend avantageusement à titre d'exemple au moins l'un des paramètres suivants : vitesse moyenne du véhicule, longueur moyenne des trajets parcourus par le véhicule, dérive moyenne par unité de distance parcourue par le véhicule. D'autres paramètres peuvent être pris en compte.

La prise en compte des trois paramètres combinés indiqués ci-dessus est préférée pour une meilleure représentativité de l'utilisation du véhicule.

La vitesse moyenne d'utilisation du véhicule est obtenue par un ratio Ra, dit ratio Ra de vitesse moyenne, qui a été défini plus haut. Ce ratio Ra permet d'évaluer si le véhicule est plutôt utilisé en ville ou sur route. Plus ce ratio Ra de vitesse moyenne est élevé, par exemple compris entre 30 et 100 km/h, et plus la distance auto-adaptée de recalage augmentera. Cela traduit le fait que la dérive des injecteurs est moindre lorsqu'on utilise le véhicule à des vitesses de cet ordre de grandeur. A l'inverse, plus le ratio Ra de vitesse moyenne est faible, par exemple compris entre 0 et 30 km/h, et plus la distance auto-adaptée de recalage diminue. En effet, la dérive est plus rapide aux faibles vitesses.

La longueur moyenne des trajets parcourus par le véhicule est obtenue par un ratio Rb, dit ratio Rb de longueur des trajets, qui a également été défini plus haut. Plus ce ratio Rb de longueur des trajets est faible, par exemple compris entre 0 et 30 km, plus la distance auto-adaptée de recalage diminue. A l'inverse, Plus ce ratio Rb de longueur des trajets est grand, par exemple supérieur à 30 km, plus la distance auto-adaptée de recalage augmente. Avec un ratio Rb compris entre 0 et 30 km, il a été constaté que la dérive est plus rapide qu'avec un ratio supérieur à 30 km.

La dérive moyenne par unité de distance parcourue par le véhicule est obtenue par un ratio Rc, dit ratio Rc de dérive kilométrique, qui a également été défini plus haut. Ce ratio Rc peut par exemple être évalué lors d'un test de l'apprentissage sur un point unique, ou lors d'un apprentissage complet des quantités injectées de carburant. Plus ce ratio Rc de dérive kilométrique est faible, par exemple compris entre 0 et 0,0006 mg/km carburant par kilomètre (0,3 mg pour 500 km), plus la distance auto-adaptée de recalage augmente. A l'inverse, Plus ce ratio Rc de dérive kilométrique est grand, par exemple supérieur à 0,002 mg/km, plus la distance auto-adaptée de recalage diminue.

A partir d'une distance initiale de l'ordre de 500 km, une application du ratio Ra de vitesse moyenne, du ratio Rb de longueur des trajets, et du ratio Rc de dérive kilométrique, par exemple par multiplication des ratios, permet d'aboutir à une distance auto-adaptée, de préférence comprise entre 200 km et 5000 km. Pour ce faire, on peut

5 définir par exemple des coefficients pondérateurs pour chacun des ratios Ra, Rb, et Rc, en fonction de l'importance constatée de chacun d'eux pour un véhicule donné.

A titre d'exemple uniquement, on peut définir le tableau de coefficients pondérateurs suivant dans lequel les trois ratios Ra, Rb, et Rc ont des coefficients pondérateurs égaux :

10

	Ra compris entre 0 et 30 km/h	Ra > 30 km/h
	Rb compris entre 0 et 30 km	Rb > 30 km
	Rc > 0,005 mg/km	Rc compris entre 0 et 0,005 mg/km
	Coefficient pondérateur	Coefficient pondérateur
Ra	0,6	2,15
Rb	0,6	2,15
Rc	0,6	2,15

Suivant le tableau ci-dessus, si les trois ratios Ra, Rb, et Rc sont constatés dans la colonne de gauche, situation de dérive maximale, on obtient une distance auto-évaluée égale à :

15

$$500 \text{ km} \times 0,6 \times 0,6 \times 0,6 = 108 \text{ km.}$$

Si les trois ratios Ra, Rb, et Rc sont constatés dans la colonne de droite, situation de dérive minimale, on obtient une distance auto-évaluée égale à :

$$500 \text{ km} \times 2,15 \times 2,15 \times 2,15 = 4 \text{ 969 km environ.}$$

Le procédé décrit ci-dessus peut être mis en œuvre par un dispositif de

20 surveillance des quantités de carburant injectées par un injecteur monté dans un moteur à combustion interne, sur un champ moteur prédéterminé, en cours d'utilisation d'un véhicule doté d'une unité de contrôle dudit moteur à combustion interne. Le dispositif de surveillance comprend l'unité de contrôle moteur, par une unité de contrôle moteur de type ECU, pour « Engine Control Unit » en anglais, et un logiciel implémenté dans l'ECU

25 assurant la mise en œuvre du procédé comme décrit plus haut.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de surveillance des quantités de carburant injectées par un injecteur monté dans un moteur à combustion interne, sur un champ moteur prédéterminé, en cours d'utilisation d'un véhicule doté d'une unité de contrôle dudit moteur à combustion interne, comprenant les étapes suivantes :

- 5
- (étape 10) : lors de la première utilisation du véhicule, l'unité de contrôle moteur réalise un premier apprentissage complet des quantités injectées de carburant pour un injecteur donné sur ledit champ moteur prédéterminé, comportant une pluralité de points d'apprentissage comportant chacun au moins une injection test de carburant, une injection test correspondant à la commande de l'injection
- 10
- d'une quantité donnée de carburant à une pression d'injection donnée,

**caractérisé en ce qu'il** comprend en outre les étapes suivantes, pour ledit injecteur donné :

- (étape 20) : l'unité de contrôle moteur définit préalablement une distance initiale de recalage à parcourir au véhicule à partir dudit premier apprentissage complet,
- 15
- sans qu'aucun apprentissage supplémentaire des quantités injectées de carburant ne soit effectué,
- (étape 30) : l'unité de contrôle moteur enregistre une pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule, pendant le parcours de ladite distance initiale de recalage, et
- 20
- (étape 50) : lorsque ladite distance initiale de recalage a été parcourue, l'unité de contrôle moteur réalise un test de validité dudit premier apprentissage complet, sur un point unique de ladite pluralité de points d'apprentissage, constitué d'une commande d'au moins une injection test d'une quantité donnée de carburant à une pression d'injection donnée,
- 25
- (étape 60) : l'unité de contrôle moteur calcule alors la différence moyenne ( $\Delta_{MF}$ ) entre la quantité ( $MF_{com}$ ) de carburant commandée pour ladite au moins une injection test et la quantité ( $MF_{reel}$ ) de carburant réellement injectée,
- (étape 70) : l'unité de contrôle moteur compare ensuite la différence moyenne ( $\Delta_{MF}$ ) obtenue à un seuil ( $thre_{allowed}$ ) prédéterminé de différence
- 30
- autorisée, et
    - (étape 71) : si la différence moyenne ( $\Delta_{MF}$ ) est supérieure au dit seuil ( $thre_{allowed}$ ), l'unité de contrôle moteur engage, à l'issue du parcours de ladite distance initiale de recalage, la réalisation d'un deuxième

apprentissage complet des quantités injectées de carburant, sur ledit champ moteur prédéterminé,

- si la différence moyenne ( $\Delta_{MF}$ ) est inférieure ou égale au dit seuil ( $\text{thre\_allowed}$ ), alors :

- 5
  - (étape 80) : l'unité de contrôle moteur analyse ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule enregistrés pendant le parcours de la distance initiale de recalage, et
  - (étape 90) : l'unité de contrôle moteur détermine une distance auto-adaptée de recalage en fonction de ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule enregistrés pendant le
- 10
  - parcours de la distance initiale de recalage (étape 30), à parcourir à partir de la fin de la distance initiale de recalage, en vue d'un deuxième apprentissage complet (étape 71) des quantités injectées de carburant sur ledit champ moteur prédéterminé, et le procédé
- 15
  - revient à l'étape 30 dans laquelle l'unité de contrôle moteur enregistre une pluralité de paramètres d'utilisation du véhicule.

2. Procédé suivant la revendication 1, comprenant en outre les étapes suivantes après avoir réalisé ledit deuxième apprentissage complet (étape 71) :

- 20
  - (étape 80) : l'unité de contrôle moteur analyse ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule enregistrés jusqu'au dit deuxième apprentissage complet, et
  - (étape 90) : l'unité de contrôle moteur détermine une distance auto-adaptée de recalage et revient à l'étape 30 dans laquelle l'unité de contrôle moteur enregistre une pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule,
- 25
  - en vue d'un  $n^{\text{ième}}$  apprentissage complet des quantités injectées de carburant, sur ledit champ moteur prédéterminé.

3. Procédé suivant l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel ledit apprentissage complet des quantités injectées de carburant pour un injecteur donné sur ledit champ moteur prédéterminé, comporte une pluralité de points d'apprentissage

30 distincts, respectivement pour  $n$  pressions différentes d'injection, et pour  $m$  quantités différentes de carburant, définissant un maximum de  $n$  fois  $m$  points d'apprentissage différents, avec  $n$  supérieur ou égal à 3 et  $m$  supérieur ou égal à 1.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ladite distance initiale de recalage est déterminée de manière empirique, comme correspondant

35 à la distance minimale d'une plage de distances de parcours du véhicule, couvrant

respectivement l'ensemble des types d'utilisation du véhicule, à l'issue desquelles la différence moyenne respective entre une quantité de carburant commandée par l'unité de contrôle moteur pour une injection donnée et la quantité de carburant réellement injectée lors de ladite injection donnée est supérieure au dit seuil prédéterminé de différence

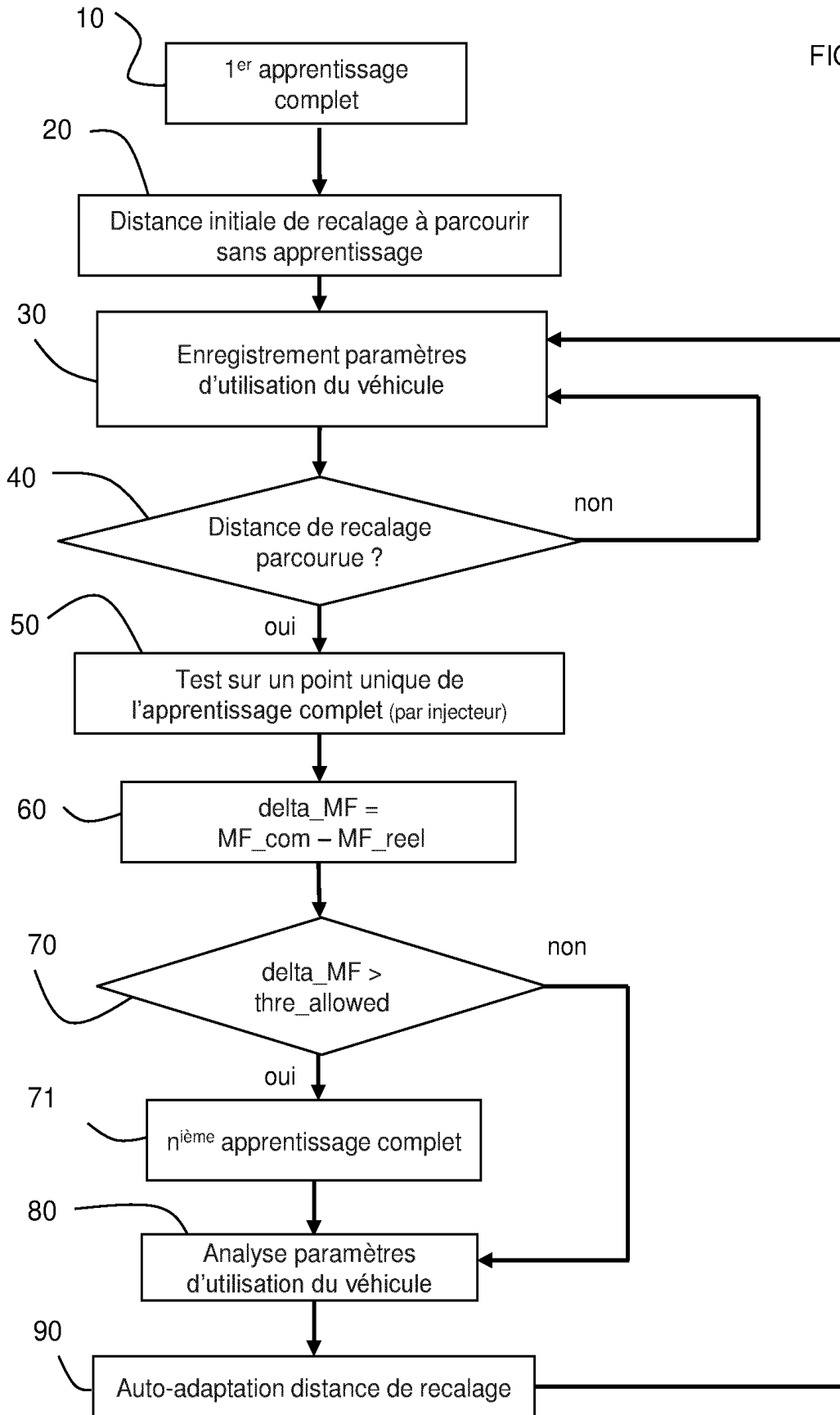
5 autorisée.

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ledit point unique de ladite pluralité de points d'apprentissage pour ledit test de validité est déterminé par l'unité de contrôle moteur en fonction de ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule pendant ladite distance initiale de recalage.

10 6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel ladite pluralité de paramètres représentatifs de l'utilisation du véhicule comprend au moins l'un des paramètres suivants : vitesse moyenne du véhicule, longueur moyenne des trajets parcourus par le véhicule, dérive moyenne par unité de distance parcourue par le véhicule.

15 7. Dispositif de surveillance des quantités de carburant injectées par un injecteur monté dans un moteur à combustion interne, sur un champ moteur prédéterminé, en cours d'utilisation d'un véhicule doté d'une unité de contrôle dudit moteur à combustion interne, comprenant ladite unité de contrôle moteur, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens pour la mise en œuvre d'un procédé suivant l'une quelconque des  
20 revendications 1 à 6.

FIG. 1



2/2

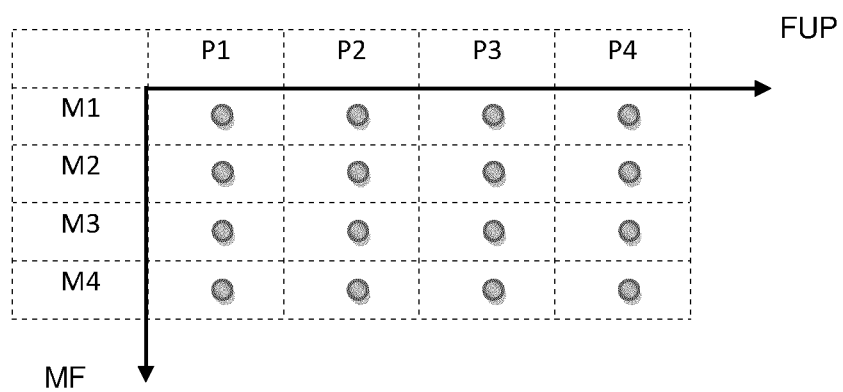


FIG. 2A

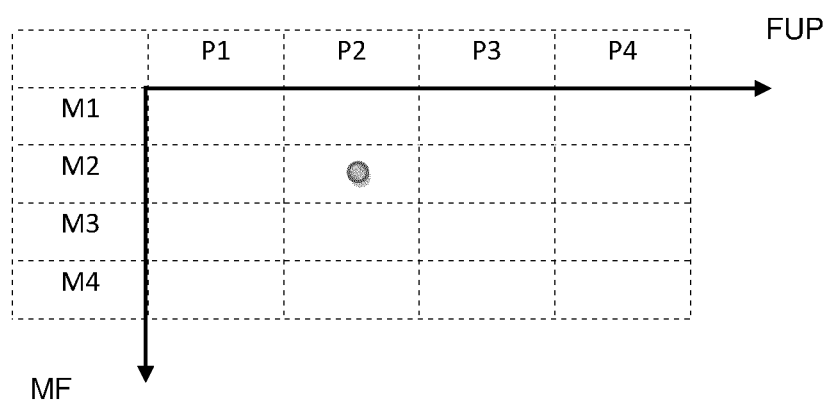


FIG. 2B



## RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

N° d'enregistrement  
national

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

FA 809067  
FR 1553567

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 10 2009 001279 A1 (DENSO CORP [JP]) 8 octobre 2009 (2009-10-08) * alinéa [0005] * * alinéas [0034], [0035], [0040] * * alinéas [0051] - [0054] * -----	1-7	F02D41/30 F02D41/02
X	EP 2 696 060 A1 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]; TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 12 février 2014 (2014-02-12) * alinéas [0009] - [0019] * * alinéa [0024] * * alinéas [0030] - [0049] * -----	1-7	
A	DE 10 2004 050761 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20 avril 2006 (2006-04-20) * alinéas [0007] - [0010] * -----	1,7	
A	DE 10 2011 007642 B3 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 26 juillet 2012 (2012-07-26) * le document en entier * -----	1,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 février 2016		Wettemann, Mark	
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	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1553567 FA 809067**

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 **11-02-2016**

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
DE 102009001279 A1	08-10-2009	DE 102009001279 A1 JP 2009250051 A	08-10-2009 29-10-2009
-----			
EP 2696060 A1	12-02-2014	EP 2696060 A1 JP 2014034933 A	12-02-2014 24-02-2014
-----			
DE 102004050761 A1	20-04-2006	DE 102004050761 A1 FR 2876743 A1	20-04-2006 21-04-2006
-----			
DE 102011007642 B3	26-07-2012	CN 103635678 A DE 102011007642 B3 US 2014039779 A1 WO 2012143189 A2	12-03-2014 26-07-2012 06-02-2014 26-10-2012
-----			