

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 15.09.10.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 16.03.12 Bulletin 12/11.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : UNIVERSITE D'ORLEANS Etablis-  
sement public — FR.

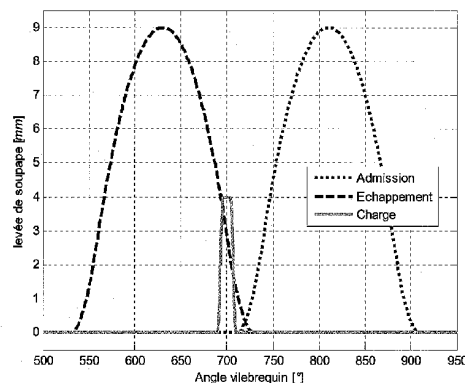
⑦② Inventeur(s) : CHARLET ALAIN, HIGELIN PASCAL,  
CHAMAILLARD YANN, GUZZELLA LINO, ONDER  
CHRISTOPHER H, VOSER CHRISTOPH et DONITZ  
CHRISTIAN.

⑦③ Titulaire(s) : UNIVERSITE D'ORLEANS Etablis-  
sement public.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET HARLE ET PHELIP.

⑤④ PROCÉDE DE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR THERMIQUE A COMBUSTION INTERNE A ALLUMAGE  
COMMANDE ET MOTEUR CORRESPONDANT.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de fonctionnement  
d'un moteur thermique à combustion interne à allumage  
commandé d'un mélange carburant-comburant dans lequel  
lors d'une phase d'échappement pendant laquelle un clapet  
d'échappement de la chambre de combustion est ouvert  
vers un échappement, les gaz de la chambre de combustion  
sont envoyés vers ledit échappement, ledit moteur ayant un  
moyen de générer un gaz comprimé. Selon l'invention, le  
gaz comprimé est de l'air atmosphérique comprimé et en ce  
que l'on envoie ledit air atmosphérique comprimé dans ladi-  
te chambre de combustion pendant la phase d'échappe-  
ment afin d'entraîner vers l'échappement les gaz brûlés qui,  
sans cela, seraient restés dans ladite chambre à la fin de la  
phase d'échappement.



La présente invention concerne un procédé de fonctionnement d'un moteur thermique à combustion interne à allumage commandé ainsi qu'un moteur adapté pour fonctionner selon le procédé. Elle a des applications dans le domaine industriel notamment de l'automobile.

5 Le moteur à combustion interne à allumage commandé a connu de nombreuses évolutions techniques. En particulier, pour obtenir une puissance accrue tout en gardant une cylindrée constante, voir diminuée, on utilise couramment la technique de suralimentation qui permet d'augmenter la quantité d'air admise dans les cylindres du moteur. Toutefois, plus la  
10 compression augmente, plus le mélange comburant carburant doit être optimisé pour éviter l'auto-inflammation qui se traduit par ce que l'on nomme le cliquetis. Or, du fait qu'il persiste toujours une certaine quantité de gaz résiduels brûlés (voir imbrûlés dans certains cas) dans le cylindre à la fin de la phase d'échappement, il est difficile d'obtenir une telle optimisation  
15 comme l'indique le papier SAE 2000-01-2840 : « The Influence of Residual Gases on Knock in Turbocharged SI Engines » de Fredrik Westin - Royal Institute of Technology , Borje Grandin - Royal Institute of Technology et Hans-Erik Angstrom - Royal Institute of Technology. En pratique, on est donc contraint de réduire la sur-pression envoyée dans les cylindres par le  
20 système de suralimentation afin d'éviter le cliquetis dans certaines conditions de charge du moteur.

La présente invention propose de remédier notamment à ce type de problème en faisant en sorte que le cylindre à la fin de la phase d'échappement ne contienne pratiquement plus de gaz résiduels et qu'il  
25 contienne, à la place, un air provenant de l'atmosphère. Pour cela de l'air atmosphérique comprimé est envoyé dans le cylindre pendant la phase d'échappement.

Ainsi l'invention concerne un procédé de fonctionnement d'un moteur thermique à combustion interne à allumage commandé d'un mélange  
30 carburant-comburant dans lequel lors d'une phase d'échappement pendant laquelle un clapet d'échappement (notamment une soupape) de la chambre de combustion est ouvert vers un échappement, les gaz de la chambre de combustion sont envoyés vers ledit échappement, ledit moteur ayant un moyen de générer un gaz comprimé.

Selon l'invention le gaz comprimé est de l'air atmosphérique comprimé et on envoie ledit air atmosphérique comprimé dans ladite chambre de combustion pendant la phase d'échappement afin d'entraîner vers l'échappement les gaz brûlés qui, sans cela, seraient restés dans ladite  
 5 chambre à la fin de la phase d'échappement.

Les gaz brûlés qui, dans un moteur classique, c'est-à-dire sans le balayage de la chambre de combustion par l'air atmosphérique comprimé proposé par l'invention, restent dans ladite chambre de combustion sont appelés les gaz résiduels.

10 Dans divers modes de mise en œuvre de l'invention, les moyens suivants pouvant être utilisés seuls ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, sont employés :

- le moteur est un moteur à deux temps,
- le moteur est un moteur à quatre temps,
- 15 - le moteur est un moteur à allumage commandé,
- le moteur à injection de carburant,
- le moteur est suralimenté,
- le moteur est à compresseur,
- le moteur est à turbo-compression,
- 20 - le moteur est à compresseur et turbo-compression,
- on met en œuvre un moteur qui est à quatre temps, à allumage commandé et à suralimentation,
- le moteur est un moteur à piston(s) dans un (des) cylindre(s),
- le moteur comporte plusieurs cylindres, chacun des cylindres pouvant  
 25 fonctionner selon le procédé,
- le moteur comporte des moyens de commande permettant l'activation ou la non-activation du procédé de l'invention,
- la commande d'activation ou non-activation concerne chacun (commande individuelle) ou l'ensemble (commande globale) des cylindres,
- 30 - le moteur est un moteur rotatif, (on comprend alors que le/les clapets sont virtuels et leurs fonctions sont assurées par la forme et structure des éléments stator et rotor associés à la chambre de combustion mobile)
- on produit l'air atmosphérique comprimé par un compresseur spécifique actionné par les gaz d'échappement,

- on produit l'air atmosphérique comprimé par un compresseur spécifique actionné par la rotation d'un élément du moteur,
- on produit l'air atmosphérique comprimé par un compresseur spécifique en prise (directe : engrenage par exemple, ou indirecte : courroie par exemple)
- 5 sur un arbre moteur du moteur,
- on produit l'air atmosphérique comprimé par compression de l'air atmosphérique dans au moins une chambre de combustion dans un état de fonctionnement en compresseur, dans ledit état ladite chambre de combustion ne recevant pas de carburant, --de préférence, la chambre
- 10 comporte un circuit de sortie spécifique vers un moyen de stockage de l'air atmosphérique comprimé, notamment par mise en œuvre d'un clapet (notamment soupape) spécifique de sortie de chambre de combustion, dans une variante moins favorable du fait d'une possible contamination de l'air atmosphérique comprimé, une dérivation avec vanne commandée branchée
- 15 sur le circuit d'échappement et vers le moyen de stockage permet de récupérer l'air atmosphérique comprimé--
- dans le cas d'une chambre de combustion dans un état de fonctionnement en compresseur, la chambre de combustion comporte un clapet commandé (notamment soupape) dédié au passage vers la chambre de combustion de
- 20 l'air atmosphérique à comprimer,
- dans le cas d'une chambre de combustion dans un état de fonctionnement en compresseur, la chambre comporte un circuit d'entrée de l'air atmosphérique spécifique (clapet dédié) ou utilise un des circuits d'entrée existants --notamment clapet du comburant ou du mélange mais alors sans
- 25 que le carburant ne soit présent en état de fonctionnement compresseur--,
- on stocke l'air atmosphérique comprimé dans un réservoir avant son utilisation,
- de préférence on stocke l'air atmosphérique comprimé dans un réservoir avant son envoi dans la chambre de combustion,
- 30 - on met en œuvre un réservoir d'air atmosphérique comprimé qui comporte un échangeur de chaleur,
- l'échangeur de chaleur est destiné à refroidir ledit air atmosphérique comprimé,

- d'une manière équivalente du point de vue fonctionnel, l'échangeur de chaleur est sur la/les conduites reliées au réservoir en complément ou alternative de celui sur le réservoir,
- l'air atmosphérique comprimé du réservoir est maintenu à une pression
- 5 typiquement comprise entre 5 et 10 bars,
- la chambre de combustion comporte un clapet (notamment soupape) commandé dédié au passage vers la chambre de combustion de l'air atmosphérique comprimé,
- la chambre de combustion comporte un clapet commandé (notamment
- 10 soupape) pour l'introduction d'au moins du carburant (peut être le carburant seul ou, alors, le mélange carburant-comburant) vers la chambre de combustion et l'air atmosphérique comprimé est introduit par ledit clapet, un moyen de sélection commandé (type vanne deux voies vers une ou, alors, par deux interrupteurs de flux sur chacune des voies) entre ledit au moins
- 15 carburant et ledit air atmosphérique comprimé étant disposé en amont dudit clapet,
- la chambre de combustion comporte un clapet commandé (notamment soupape) pour l'introduction d'au moins du comburant (peut être le comburant seul ou, alors, le mélange carburant-comburant) vers la chambre
- 20 de combustion et l'air atmosphérique comprimé est introduit par ledit clapet, un moyen de sélection commandé (type vanne deux voies vers une ou, alors, par deux interrupteurs de flux sur chacune des voies) entre ledit au moins carburant et ledit air atmosphérique comprimé étant disposé en amont dudit clapet,
- 25 - le comburant est de l'air atmosphérique (non comprimé avant introduction dans la chambre),
- le comburant est de l'air atmosphérique comprimé,
- le comburant est de l'air atmosphérique comprimé tel qu'utilisé pour la phase d'échappement et envoyé à la même pression ou à une pression
- 30 inférieure pour former le mélange carburant-comburant dans la chambre de combustion,
- l'air atmosphérique comprimé est envoyé dans la chambre de combustion dès le début de la phase d'échappement,
- l'air atmosphérique comprimé est envoyé dans la chambre de combustion
- 35 vers le milieu de la phase d'échappement,

- de préférence, l'air atmosphérique comprimé est envoyé dans la chambre de combustion vers la fin de la phase d'échappement et avant l'ouverture du système d'admission, --le système d'admission comporte un clapet commandé (notamment soupape)--
- 5 - la durée d'ouverture et/ou la levée du système d'injection de l'air atmosphérique comprimé est telle que la quantité d'air introduite dans la chambre de combustion dépasse la quantité de gaz brûlé non encore évacuée vers l'échappement,
- l'air atmosphérique comprimé est envoyé dans la chambre de combustion
- 10 jusqu'à la fin de la phase d'échappement.

Pour les explications concernant l'invention on considère que la phase d'échappement correspond à la période de temps pendant laquelle le clapet d'échappement (notamment une soupape) de la chambre de combustion est ouvert. De même, la phase d'admission correspond à la période de temps

15 pendant laquelle le clapet d'admission (notamment une soupape) de la chambre de combustion est ouvert.

L'invention concerne également un moteur spécialement configuré pour la mise en œuvre du procédé selon l'une ou plusieurs quelconques des caractéristiques précédentes.

20 Le moteur peut comporter un ou plusieurs moyens nécessaires à son fonctionnement selon les caractéristiques listées du procédé.

La présente invention, sans qu'elle en soit pour autant limitée, va maintenant être exemplifiée avec la description qui suit d'un mode de réalisation en relation avec la Figure 1 donnant un chronogramme de levée

25 de soupape.

L'exemple de réalisation concerne un moteur thermique à combustion interne à allumage commandé à plusieurs cylindres dans lesquels des pistons se déplacent et actionnent un vilebrequin solidaire de l'arbre moteur dudit moteur. Un ensemble de soupapes et des bougies assurent en

30 synchronisme avec les quatre temps du moteur (et donc aussi avec la position du piston dans le cylindre correspondant) l'entrée du mélange carburant-comburant dans chaque cylindre, la compression du mélange, l'inflammation du mélange, la détente (poussée du piston) et l'échappement.

Le moteur comporte en outre un réservoir d'air atmosphérique

35 comprimé qui est maintenu à pression élevée, typiquement 5 à 10 bars,

valeurs qui peuvent être plus importantes suivant le mode de compression dudit air comprimé, par un moyen compresseur qui dans cet exemple est un compresseur spécifique en prise sur l'arbre moteur mais qui, dans d'autres modes de réalisation peut être un compresseur actionné par les gaz d'échappement ou utiliser la possibilité de compression dans les cylindres en faisant fonctionner un ou plusieurs cylindres en mode compresseur d'air atmosphérique. De préférence, un moyen de régulation de la pression dans le réservoir d'air atmosphérique comprimé est mis en œuvre ainsi qu'une soupape de sécurité pour éviter toute surpression dangereuse dans ledit réservoir d'air atmosphérique comprimé.

Un moyen de commande d'envoi d'air atmosphérique comprimé dans la chambre de combustion (cylindre) fonctionnant en synchronisation avec le moteur permet l'envoi dudit air atmosphérique comprimé dans un cylindre qui se trouve en phase d'échappement, c'est à dire lorsque sa soupape d'échappement est ouverte, et de préférence, l'envoi plutôt vers la fin de cette phase d'échappement avant l'ouverture du système d'admission. La durée d'ouverture du système d'injection de l'air comprimé doit être telle que la quantité d'air introduite dans la chambre de combustion dépasse la quantité de gaz brûlé non encore évacuée dans l'échappement comme on peut le voir sur la Figure 1.

On peut remarquer sur la Figure 1 que comme dans la quasi-totalité des moteurs, la soupape d'admission s'ouvre (début de la phase d'admission) avant que la soupape d'échappement ne soit fermée (avant la fin de la phase d'échappement donc). Cela s'appelle le croisement. On remarque également que la charge en air atmosphérique comprimé s'arrête pratiquement au moment où s'ouvre la soupape d'admission.

Dans l'exemple présenté, le moyen de commande met en œuvre une soupape dédiée au circuit d'envoi d'air atmosphérique comprimé dans le cylindre. Dans une variante, une des autres soupapes notamment du circuit d'alimentation (comburant ou mélange carburant-comburant) est utilisée pour la mise en œuvre du procédé de l'invention et on comprend alors qu'il existe des moyens pour que l'envoi de l'air atmosphérique comprimé dans un cylindre soit sans effet sur les autres cylindres directement ou non (notamment en évitant de perturber l'alimentation des autres cylindres par exemple). On comprend également que les moteurs à injection de carburant

(notamment injection directe) permettent de simplifier la commande d'un moteur fonctionnant selon l'invention du fait de la séparation coté alimentation de la commande d'envoi du comburant et du carburant, le circuit de comburant pouvant alors utiliser l'air atmosphérique comprimé pour  
5 envoi lors de la phase d'échappement et balayage des gaz résiduels mais encore même lors de la phase d'admission.

A noter que l'invention permet aussi d'abaisser la température des gaz d'échappement du fait de la diminution de la température des gaz résiduels (qui ne sont plus composés que d'air atmosphérique détendu donc  
10 froid) et de l'amélioration du rendement du moteur par la suppression du cliquetis. Dans le cas d'un moteur à échappement a pot catalytique, l'invention permet de diminuer le vieillissement thermique du catalyseur. Dans le cas d'un moteur suralimenté par turbocompresseur, l'abaissement de température des gaz d'échappement permet de limiter les contraintes  
15 thermiques sur la turbine.

Enfin, le moteur peut comporter un moyen de commande de mise en activité ou non-activité du procédé de l'invention, moyen automatisé notamment en fonction de la pression de l'air atmosphérique comprimé dans le réservoir de stockage (en l'absence d'air ou faible pression, le procédé  
20 n'est pas activé) ou d'autres paramètres.

On comprend que l'invention peut être déclinée de nombreuses manières sans pour autant sortir du cadre général défini par les revendications. Par exemple, le moteur peut être ou non suralimenté.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de fonctionnement d'un moteur thermique à combustion interne à allumage commandé d'un mélange carburant-comburant dans lequel lors d'une phase d'échappement pendant laquelle un clapet d'échappement de la chambre de combustion est ouvert vers un échappement, les gaz de la chambre de combustion sont envoyés vers ledit échappement, ledit moteur ayant un moyen de générer un gaz comprimé, caractérisé en ce que le gaz comprimé est de l'air atmosphérique comprimé et en ce que l'on envoie ledit air atmosphérique comprimé dans ladite chambre de combustion pendant la phase d'échappement afin d'entraîner vers l'échappement les gaz brûlés qui, sans cela, seraient restés dans ladite chambre à la fin de la phase d'échappement.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on met en œuvre un moteur qui est à quatre temps, à allumage commandé et à suralimentation.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on produit l'air atmosphérique comprimé par un compresseur spécifique en prise sur un arbre moteur du moteur.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que dans ledit moteur on produit l'air atmosphérique comprimé par compression de l'air atmosphérique dans au moins une chambre de combustion dans un état de fonctionnement en compresseur, dans ledit état ladite chambre de combustion ne recevant pas de carburant.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on stocke l'air atmosphérique comprimé dans un réservoir avant son envoi dans la chambre de combustion.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on met en œuvre un réservoir d'air atmosphérique comprimé qui comporte un échangeur de chaleur destiné à refroidir ledit air atmosphérique comprimé.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la chambre de combustion comporte un clapet commandé dédié au passage vers la chambre de combustion de l'air atmosphérique comprimé.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'air atmosphérique comprimé est envoyé dans la chambre de combustion vers la fin de la phase d'échappement et avant l'ouverture du système d'admission

5 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'air atmosphérique comprimé du réservoir est maintenu à une pression typiquement comprise entre 5 et 10 bars.

10 10. Moteur thermique à combustion interne à allumage commandé d'un mélange carburant-comburant dans lequel lors d'une phase d'échappement pendant laquelle un clapet d'échappement de la chambre de combustion est ouvert vers un échappement, les gaz de la chambre de combustion sont envoyés vers ledit échappement, ledit moteur ayant un moyen de générer un gaz comprimé,

15 caractérisé en ce que le gaz comprimé est de l'air atmosphérique comprimé et en ce qu'il comporte des moyens permettant l'envoi dudit air atmosphérique comprimé dans ladite chambre de combustion pendant la phase d'échappement afin d'entraîner vers l'échappement les gaz brûlés qui, sans cela, seraient restés dans ladite chambre à la fin de la phase d'échappement.

1/1

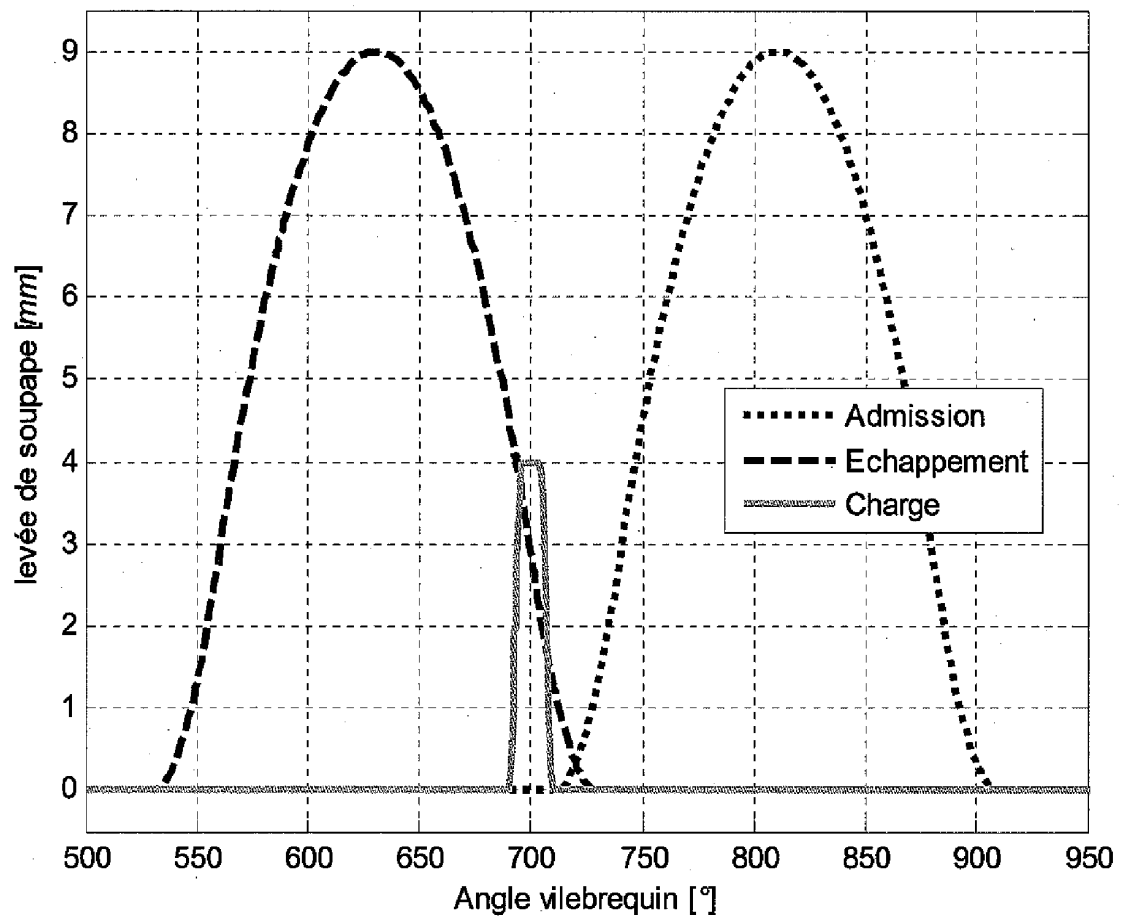


FIGURE 1



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 742062  
FR 1057374

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                         | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                              | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |
| X                                                                                                                                                                                                                                      | WO 2005/061868 A1 (LN SYSTEMS APS [DK];<br>ANTONIJEVIC LJUBODRAG [DK])<br>7 juillet 2005 (2005-07-07)                                   | 1-3,5-8,<br>10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | F02B25/00                                       |
| Y                                                                                                                                                                                                                                      | * le document en entier *                                                                                                               | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 |
| X                                                                                                                                                                                                                                      | FR 2 916 242 A1 (VALEO SYS CONTROLE MOTEUR<br>SAS [FR]) 21 novembre 2008 (2008-11-21)<br>* page 9, ligne 9 - ligne 18; figures 1-2<br>* | 1,2,5-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                 |
| X                                                                                                                                                                                                                                      | JP 57 191419 A (KITAMURA SHUICHI)<br>25 novembre 1982 (1982-11-25)<br>* abrégé; figures 1-13 *                                          | 1-3,5-8,<br>10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                      | FR 2 836 181 A1 (PEUGEOT CITROEN<br>AUTOMOBILES SA [FR])<br>22 août 2003 (2003-08-22)                                                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | * le document en entier *                                                                                                               | 1-3,5-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)         |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | F02D<br>F02B                                    |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                         | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                 |
| 20 avril 2011                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                         | Martinez Cebollada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                         | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                 |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1057374 FA 742062**

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 **20-04-2011**

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<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| WO 2005061868 A1                                | 07-07-2005             | DK 175664 B1                            | 10-01-2005             |
| FR 2916242 A1                                   | 21-11-2008             | AUCUN                                   |                        |
| JP 57191419 A                                   | 25-11-1982             | AUCUN                                   |                        |
| FR 2836181 A1                                   | 22-08-2003             | AUCUN                                   |                        |