

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 953 253

21 N° d'enregistrement national : 09 58579

51 Int Cl<sup>8</sup> : F 02 B 37/12 (2006.01), F 02 D 23/00

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.12.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 03.06.11 Bulletin 11/22.

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 S.A.S Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : FONTVIEILLE LAURENT.

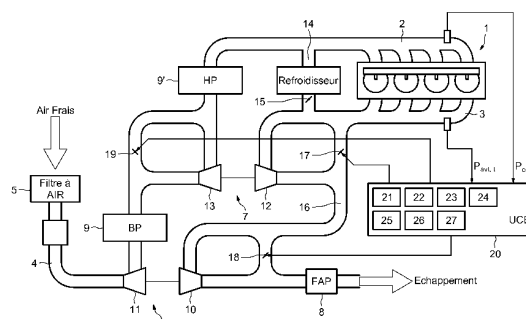
73 Titulaire(s) : RENAULT S.A.S Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : BUREAU D.A. CASALONGA & JOSSE.

54 PROCÉDE DE CONTROLE D'UNE SURALIMENTATION A DEUX ETAGES DE TURBOCOMPRESSEURS A GEOMETRIE FIXE AVEC ESTIMATEUR DYNAMIQUE ET LIMITATION DE LA PRESSION AVANT TURBINE.

57 Ce procédé de contrôle de la suralimentation en air d'un moteur (1) à combustion interne d'un véhicule automobile équipé d'un bi-turbocompresseur étagé de suralimentation (6, 7) comprend deux turbines (10, 12) entraînées en rotation par les gaz d'échappement du moteur (1), deux compresseurs de suralimentation (11, 13) entraînés par chacune des turbines (10, 12), et deux actionneurs de soupapes (17, 18) haute pression et basse pression.

Ce procédé comprend la régulation du taux de compression du compresseur ( $PR_c$ ) autour d'une valeur de consigne de rapport de compression ( $PR_{c,cons}$ ), et la régulation du taux de détente ( $PR_t$ ) de la turbine (12) pour limiter la valeur de la pression ( $P_{avt,t}$ ) en amont de la turbine (12), ladite régulation étant mise en oeuvre dès que la pression ( $P_{avt,t}$ ) en amont de la turbine (12) haute pression dépasse une valeur seuil ( $CONS_{P_{avt}}$ ).



FR 2 953 253 - A1



B08-4797FR - ODE/PL

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

**Procédé de contrôle d'une suralimentation à deux étages de turbocompresseurs à géométrie fixe avec estimateur dynamique et limitation de la pression avant turbine**

Invention de : **Laurent FONTVIEILLE**

**Procédé de contrôle d'une suralimentation à deux étages de  
turbocompresseurs à géométrie fixe avec estimateur dynamique et  
limitation de la pression avant turbine**

5           L'invention concerne la commande de moteurs à combustion interne de véhicules automobiles.

          Plus particulièrement, l'invention se rapporte au contrôle de la suralimentation en air à deux étages de tels moteurs.

10           Une application particulièrement intéressante de l'invention concerne le contrôle de la suralimentation en air d'un moteur de type Diesel suralimenté par un turbocompresseur, et plus particulièrement avec une architecture bi-turbocompresseurs étagés.

          La commande du moteur est la technique de réglage des performances d'un moteur à combustion interne par pilotage de  
15 l'ensemble de ses capteurs et actionneurs.

          L'ensemble des lois de commande et des paramètres de pilotage du moteur est contenu dans un calculateur appelé UCE ou Unité de Commande Electronique.

20           Les moteurs suralimentés comprennent un turbocompresseur comprenant une turbine entraînée en rotation par les gaz d'échappement et un compresseur entraîné par la turbine et servant à augmenter la quantité d'air admise dans les cylindres.

          A cet effet, la turbine est placée à la sortie du collecteur d'échappement tandis que le compresseur est monté sur le même axe  
25 que la turbine et est disposé en amont du collecteur d'admission.

          Les turbocompresseurs sont montés en série, de sorte que le compresseur basse pression alimente en air le compresseur haute pression et que la turbine haute pression alimente en gaz la turbine basse pression.

30           La puissance fournie par les gaz d'échappement aux turbines haute et basse pression peut être réglée en installant des soupapes de décharge ou des ailettes qui influent sur le débit de gaz traversant la turbine ou la section de passage offerte à ces gaz.

Ce type de turbocompresseur est appelé turbocompresseur à géométrie fixe.

5 Avec l'augmentation des performances des moteurs suralimentés, le niveau de pression de suralimentation augmente de sorte que les turbocompresseurs sont de plus en plus sollicités. Il est donc important de piloter le plus finement possible les turbocompresseurs pour éviter leur détérioration et améliorer le comportement du véhicule, lors des accélérations, et en particulier pour augmenter la dynamique du moteur, c'est-à-dire sa capacité à  
10 monter rapidement en régime.

Les normes de dépollution étant de plus en plus sévères, la quantité de particules rejetées par un moteur, en particulier un moteur Diesel, doit être de plus en plus faible. C'est la raison pour laquelle la ligne d'échappement du moteur est pourvue d'un filtre à particules qui  
15 permet de réduire la quantité de particules rejetées dans l'environnement. L'introduction d'un tel dispositif produit une augmentation de la contre pression d'échappement. Cette contre pression est d'autant plus importante que le filtre est chargé en particules. Elle se traduit, vis-à-vis du turbocompresseur, par une  
20 réduction du taux de détente, et par une réduction consécutive de la puissance fournie par les gaz d'échappement à la turbine et une diminution des performances du moteur. Pour obtenir le même niveau de performances, il est nécessaire de maintenir le taux de détente en augmentant la pression en amont de la turbine. Cette augmentation est  
25 généralement obtenue par la fermeture des soupapes de décharge ou en agissant sur les ailettes.

La régulation de la pression régnant dans le collecteur d'admission du moteur autour de la valeur de consigne de pression est classiquement réalisée au moyen de régulateurs PID (Proportionnel, Intégral, Différentiel) d'après l'évolution de la différence entre la  
30 consigne de pression et la pression réelle mesurée.

Toutefois, cette stratégie de régulation est difficile à mettre en œuvre dans la mesure où elle doit permettre d'asservir la pression

régnant dans le collecteur sur la consigne de pression aussi bien en régime stabilisé qu'en régime transitoire.

On a déjà tenté, dans l'état de la technique, d'atteindre cet objectif.

5           On pourra à cet égard se référer au document US 2003/00 100 19 qui utilise deux régulateurs en cascade ou sur le document FR 2 829 530 qui propose de réguler la valeur de pression en amont de la turbine du turbocompresseur autour d'une valeur de consigne de pression correspondant à une valeur maximale de pression autorisée en  
10           amont de la turbine du turbocompresseur.

          On pourra également se référer au document WO 2004/00 99 84 qui propose de contrôler la suralimentation en utilisant une consigne de position qui est fonction du régime du moteur ou au document  
15           WO 2004/027 238 qui propose de réguler de manière séquentielle soit la pression de suralimentation, soit la position d'un actionneur de réglage de la puissance des gaz d'échappement.

          Mais les solutions proposées dans l'état de la technique ne permettent pas de mettre en œuvre un asservissement de la pression de la suralimentation pour contrôler de manière précise la pression  
20           régnant dans le collecteur d'admission du moteur aussi bien en régime stabilisé qu'en régime transitoire, tout en limitant la pression en amont du turbocompresseur afin de protéger le moteur et le turbocompresseur.

          Le but de l'invention est donc de pallier ces inconvénients et de fournir un procédé et un dispositif de contrôle de la suralimentation d'un moteur à combustion interne suralimenté permettant d'atteindre  
25           ce triple objectif, à savoir contrôle de la pression de suralimentation en régime transitoire, contrôle de la pression de suralimentation en régime stabilisé et limitation de la pression en amont de la turbine.

30           Dans le domaine du pilotage de dispositifs de suralimentation doubles, la demanderesse a développé un procédé de pilotage à double boucle pilotant simultanément les deux turbocompresseurs et décrit dans la demande de brevet FR 08 53686 déposée le 4 juin 2008. Un tel système fournit des performances remarquables mais nécessite un

capteur de pression d'échappement en amont de la turbine haute pression. L'implantation d'un tel capteur est coûteuse. La présente invention se propose de supprimer ce capteur.

5 Pour cela le procédé de pilotage utilise avantageusement une variable rapport de compression du compresseur pour piloter un turbocompresseur dans le cas où il est unique. De plus, dans le cas d'un double turbocompresseur, le procédé remplace un pilotage à double boucle par un pilotage à un instant donné de l'un ou de l'autre des turbocompresseurs, combiné à un gestionnaire qui sélectionne le  
10 turbocompresseur piloté.

L'invention a donc pour objet, selon un premier aspect, un procédé de contrôle de suralimentation en air d'un moteur à combustion interne d'un véhicule automobile équipé d'un bi-turbocompresseur étagé comprenant deux turbines entraînées en  
15 rotation par les gaz d'échappement du moteur, deux compresseurs de suralimentation entraînés par chacune des turbines, et deux actionneurs de soupapes haute pression et basse pression permettant de régler la puissance des gaz d'échappement.

Ce procédé comprend en outre la régulation du taux de compression du compresseur autour d'une valeur de consigne du  
20 rapport de pression de suralimentation, ainsi qu'une régulation du taux de détente pour limiter la pression en amont de la turbine, la régulation étant mise en œuvre dès que la pression en amont de la turbine dépasse une valeur seuil.

25 Selon une autre caractéristique de l'invention, on élabore un signal d'activation et de désactivation de la régulation du taux de détente de la turbine en fonction de la valeur de la pression dans le collecteur d'admission et de la pression en amont de la turbine du turbocompresseur et en fonction des premières et deuxième valeurs  
30 seuils.

De préférence, on désactive la régulation du taux de détente de la turbine lorsque la valeur de la pression dans le collecteur d'admission est supérieure ou égale à la première valeur seuil.

Avantageusement, on désactive la régulation du taux de compression du compresseur lorsque la valeur de la pression dans le collecteur d'échappement est inférieure à la deuxième valeur seuil.

5        Selon une autre caractéristique de l'invention, la limitation de la pression en amont de la turbine est effectuée au moyen d'une boucle de régulation recevant en entrée la valeur de consigne et une  
10        estimation du taux de compression du compresseur et délivrant en sortie un signal de commande des actionneurs de soupapes haute pression et basse pression. Des moyens de commutation disposés en  
15        entrée de la boucle de régulation peuvent être pilotés en fonction de la valeur du signal d'activation et de désactivation, de manière à présenter en entrée de la boucle de régulation, d'une part, soit l'estimation du taux de détente de la turbine, soit l'estimation du taux de compression du compresseur, et d'autre part, l'une ou l'autre des valeurs de consigne.

20        La valeur de consigne du taux de compression du compresseur peut être élaborée à partir d'une cartographie et la valeur de consigne du taux de détente peut être élaborée à partir du rapport de la pression dans le collecteur d'échappement et l'une ou l'autre des valeurs de pression parmi la mesure de pression en aval de la turbine basse  
25        pression et l'estimation de la pression en aval de la turbine haute pression.

30        Avantageusement, la valeur d'estimation de la pression en aval de la turbine haute pression est issue d'un modèle dynamique du turbocompresseur à basse pression.

       Selon un second aspect, l'invention concerne un dispositif de contrôle de la suralimentation en air d'un moteur à combustion interne d'un véhicule automobile équipé d'un bi-turbocompresseur étagé de suralimentation pourvu de deux turbines entraînées par les gaz  
35        d'échappement du moteur, de deux compresseurs de suralimentation entraînés par chacune des turbines.

       En outre, le dispositif comprend une unité de commande comprenant la régulation du taux de compression du compresseur autour d'une valeur de consigne du rapport de pression de

suralimentation et, la régulation du taux de détente de façon à limiter la valeur de la pression en amont de la turbine, ladite régulation étant mise en œuvre dès que la pression en amont de la turbine dépasse la valeur seuil.

5            Selon encore une autre caractéristique, on utilise une cartographie dans laquelle sont stockées des valeurs de prépositionnement des actionneurs de soupapes haute pression et basse pression permettant de régler la puissance des gaz d'échappement en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur et des moyens  
10           pour prépositionner lesdits actionneurs à partir d'une valeur extraite de la cartographie.

             D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins  
15           annexés sur lesquels :

             - la figure 1 illustre, de manière schématique, la structure d'un moteur à combustion interne, de type Diesel, d'un moteur automobile pourvu d'un dispositif de contrôle de suralimentation conforme à l'invention ;

20           - la figure 2 représente un étage de régulation d'un circuit ;

             - la figure 3 illustre un estimateur dynamique d'un turbocompresseur basse pression basé sur un modèle physique.

             Sur la figure 1, on a représenté, de manière schématique, la structure générale d'un moteur 1 à combustion interne d'un véhicule automobile, de type Diesel, ainsi que ses collecteurs d'admission d'air  
25           frais 2 et d'échappement 3.

             Comme on le voit sur cette figure, le circuit d'admission d'air frais 4 dans le moteur 1 comporte essentiellement un filtre à air 5 alimentant, par l'intermédiaire d'un premier étage de  
30           turbocompresseur 6 basse pression et d'un second étage de turbocompresseur 7 haute pression, le collecteur d'admission 2 du moteur 1.

             En ce qui concerne le collecteur d'échappement 3, celui-ci récupère les gaz d'échappement issus de la combustion et évacue ces

derniers vers l'extérieur, par l'intermédiaire des turbocompresseurs 6 et 7 et d'un filtre à particules 8 destiné à réduire la quantité de particules, notamment de suies, rejetées dans l'environnement.

5 Un échangeur thermique 9, 9' peut être placé après chaque sortie des compresseurs équipant la conduite 4 d'alimentation du collecteur d'admission 2 en air frais.

10 Le turbocompresseur 6 comporte essentiellement une turbine 10 entraînée par les gaz d'échappement et un compresseur 11 monté sur le même axe que la turbine 10 et assurant une compression de l'air distribué par le filtre à air 5, dans le but d'augmenter la quantité d'air admise dans les cylindres du moteur 1.

15 Le turbocompresseur 7 comporte essentiellement une turbine 12 entraînée par les gaz d'échappement et un compresseur 13 monté sur le même axe que la turbine 12 et assurant une compression de l'air distribué par le compresseur 11, dans le but d'augmenter la quantité d'air admise dans les cylindres du moteur 1.

20 Par ailleurs, le moteur 1 est en outre associé à un circuit 14, de recirculation des gaz d'échappement, servant à réinjecter une partie de ces gaz dans le collecteur d'admission 2 de manière à, en particulier, limiter la quantité d'oxyde de d'azote produit tout en évitant la formation de fumée dans les gaz d'échappement.

Ce circuit 14 comporte essentiellement une électrovanne 15 qui permet de contrôler le débit de gaz d'échappement recirculés.

25 Le moteur 1 est associé à un circuit 16 d'échappement des gaz.

30 Ce circuit 16 comporte essentiellement des soupapes de décharge haute pression 17 comme selon la terminologie anglaise sous le terme soupape 'by-pass' et basse pression 18, généralement désigné par la terminologie anglosaxone sous le terme soupape 'wastegate', de manière à moduler la puissance fournie par les gaz d'échappement aux turbines haute et basse pression 10 et 12.

Un des principes de l'invention est de ne piloter qu'un seul turbocompresseur 6 ou 7 à la fois en agissant sur l'actionneur de soupape haute pression 17 ou basse pression 18 correspondant.

Par ailleurs, une unité de commande électronique UCE, désignée par la référence numérique 20, récupère des signaux  $P_{coll}$  et  $P_{avt,t}$  de mesure de la pression régnant respectivement dans le collecteur d'admission 2 et en amont de la turbine 12 haute pression, délivrés par des capteurs de mesure appropriés prévus à cet effet (non représentés). Elle agit sur un organe de réglage de la puissance des gaz d'échappement, par exemple des soupapes de décharge de manière à réguler la valeur de la pression régnant dans le collecteur d'admission 2 et la valeur de la pression  $P_{avt,t}$  en amont de la turbine 12 du turbocompresseur 7 autour de valeurs de consigne respectives  $CONS_{P_{coll}}$  et  $CONS_{P_{avt}}$ .

L'unité UCE 20 assure également le contrôle de fonctionnement du moteur 1, de manière connue en soi. Elle agit en particulier sur l'électrovanne 15 pour régler la quantité de gaz recirculés et règle le point de fonctionnement du moteur 1.

La présente description concerne la limitation de la pression  $P_{avt,t}$  en amont de la turbine 12 haute pression du turbocompresseur 7. Aussi, la description suivante de l'unité UCE 20 se rapportera aux moyens essentiels permettant de mettre en œuvre cette limitation.

Comme on le voit sur la figure 1, l'unité de commande électronique UCE 20 comporte essentiellement des moyens de régulation permettant de limiter la pression  $P_{avt,t}$  en amont de la turbine 12 du turbocompresseur 7.

Plus particulièrement, l'unité centrale 20 incorpore un étage de régulation 21 du taux de détente  $PR_t$  recevant en entrée le taux de détente estimé  $PR_{t,esti}$  et le rapport de compression estimé  $PR_{c,esti}$ , un premier étage 22 d'élaboration d'une première valeur seuil  $CONS_{P_{coll}}$  de pression correspondant à une valeur maximale de pression autorisée pour le collecteur d'admission 2 ainsi qu'un deuxième étage 23 d'élaboration d'une deuxième valeur seuil  $CONS_{P_{avt}}$  de pression correspondant à une valeur maximale de pression autorisée pour le collecteur d'échappement 3, correspondant à la pression autorisée en amont de la turbine 12 du turbocompresseur 7 haute pression.

L'unité centrale 20 incorpore également un troisième étage 24 et 25 d'élaboration de l'estimation du taux de détente  $PR_{t,esti}$  de la turbine, respectivement en haute pression et en basse pression, ainsi qu'un quatrième étage 26 et 27 d'élaboration de la valeur de consigne  $PR_{t,cons}$  du taux de détente de la turbine, respectivement en haute pression et en basse pression.

En se référant à la figure 2, la limitation de la pression  $P_{avt,t}$  régnant en amont de la turbine 12, est active uniquement lorsque la pression  $P_{avt,t}$  en amont de la turbine 12 est supérieure à la première valeur de seuil  $CONS_{P_{avt}}$ . Dans ce cas, la régulation du taux de détente  $PR_t$  est mise en œuvre par les troisième et quatrième étages 24, 25 et 26, 27 de l'unité de commande UCE 20.

En ce qui concerne le premier étage 22 d'élaboration de la première valeur seuil  $CONS_{P_{coll}}$  de pression, on notera que, par exemple, cet étage est constitué par une zone-mémoire à deux entrées dans laquelle sont chargées des données, obtenues par apprentissage préalable, constituées par un ensemble de valeur seuil de pression  $CONS_{P_{coll}}$  correspondant chacune à un régime de fonctionnement du moteur et à un niveau de consommation en carburant.

En ce qui concerne l'étage 23 d'élaboration de la deuxième valeur seuil  $CONS_{P_{avt}}$ , celui-ci est également constitué par une zone-mémoire dans laquelle est chargée une valeur seuil  $CONS_{P_{avt}}$  correspondant à une valeur maximale de pression à partir de laquelle des dysfonctionnements sont susceptibles d'apparaître au sein des turbocompresseurs 6 et 7.

Cette valeur seuil  $CONS_{P_{avt}}$  est, de préférence, complétée par une valeur de consigne  $CONS_{2t}$  correspondant à une valeur de consigne en régime transitoire et par une valeur de consigne  $CONS_{2p}$  correspondant à une valeur de consigne en régime permanent.

Comme on le voit sur la figure 2, l'étage de régulation du taux de détente comporte essentiellement un circuit 25 incorporant essentiellement un régulateur 26.

Le circuit 25 reçoit, en entrée un signal d'erreur E délivré par un comparateur 30 assurant, soit la comparaison entre la valeur de

consigne du taux de détente  $PR_{t,cons}$  et l'estimation du taux de détente  $PR_{t,esti}$ , soit la comparaison entre la valeur de consigne du rapport de compression  $PR_{c,cons}$  et l'estimation du rapport de compression  $PR_{c,esti}$ .

Le circuit 25 incorpore par ailleurs un étage 31 d'élaboration d'un signal CPAVT d'activation et de désactivation de la régulation du taux de détente  $PR_t$ . Ce signal CPAVT est élaboré dans un circuit logique 32 en fonction de la valeur de pression  $P_{coll}$  dans le collecteur d'admission 2, de la pression  $P_{avt,t}$  en amont de la turbine 12 du turbocompresseur 7 et en fonction des valeurs de consignes  $CONS_{coll}$  et  $CONS_{Pavt}$ .

A cet effet, l'étage 31 d'élaboration du signal CPAVT comporte des premiers moyens 33 de comparaison assurant une comparaison entre la valeur de pression  $P_{coll}$  mesurée dans le collecteur d'admission 2 et la valeur de consigne  $CONS_{coll}$  correspondante, ainsi que des moyens 34 de comparaison assurant une comparaison entre la valeur de pression  $P_{avt,t}$  mesurée dans le collecteur d'échappement 3 et la valeur seuil  $CONS_{Pavt}$  correspondante, le résultat de ces comparaisons étant fourni au circuit logique 32 approprié pour l'élaboration du signal d'activation et de désactivation CPAVT.

Lorsque la valeur de pression  $P_{avt,t}$  est supérieure à la valeur seuil  $CONS_{Pavt}$  correspondante, le signal CPAVT permet d'actionner des interrupteurs 35 et 36 de façon à les positionner sur la consigne du taux de détente  $PR_{t,cons}$  de la turbine 12 et sur l'estimation du taux de détente  $PR_{t,esti}$ . De cette façon, le comparateur 30 effectue une comparaison entre l'estimation du taux de détente  $PR_{t,esti}$  et la consigne du taux de détente  $PR_{t,cons}$ .

De manière analogue, lorsque la valeur de pression  $P_{coll}$  est supérieure à la valeur seuil  $CONS_{Pcoll}$  correspondante, le signal CPAVT permet d'actionner des interrupteurs 35 et 36 de façon à les positionner sur la valeur seuil du rapport de compression  $PR_{c,cons}$  du compresseur 13 et sur l'estimation du rapport de compression  $PR_{c,esti}$ . De cette façon, le comparateur 30 effectue une comparaison entre

l'estimation du rapport de compression  $PR_{c,esti}$  et la valeur seuil du rapport de compression  $PR_{c,cons}$ .

En d'autres termes, comme indiqué précédemment, lorsque la valeur de mesure  $P_{avt,t}$  de la pression en amont de la turbine 12 est supérieure à la première valeur seuil  $CONS_{pavt}$ , la régulation du rapport de compression  $PR_c$  est désactivée et la régulation du taux de détente  $PR_t$  est activée afin de limiter la pression  $P_{avt,t}$ . Au contraire, lorsque la valeur de la pression  $P_{coll}$  du collecteur 2 est supérieure ou égale à la valeur seuil  $CONS_{pcoll}$ , la régulation du taux de détente  $PR_t$  est désactivée et la régulation du rapport de compression  $PR_c$  est activée.

Le signal d'erreur  $E$  délivré par le comparateur 30 est transmis à un régulateur 37, de manière à réguler soit le taux de détente  $PR_t$  de la turbine 12, soit le rapport de compression  $PR_c$  du compresseur 13.

Par ailleurs, pour améliorer le temps de réponse de la boucle de régulation, une valeur de prépositionnement des soupapes haute pression ('by-pass') 17 et basse pression ('wastegate') 18 est ajoutée à la valeur sortant du régulateur 37. Cette valeur de prépositionnement est extraite d'une cartographie  $C$  en fonction du régime  $N$  du moteur ou du débit  $W$  du carburant.

Cette cartographie  $C$  de prépositionnement de la turbine 12 est incorporée à l'UCE 20 et permet d'obtenir une première valeur estimée des réglages du turbocompresseur 7 en fonction du régime  $N$  et du débit  $W$  et faciliter ainsi le réglage. En outre, en corrigeant la valeur extraite de la cartographie  $C$  en fonction notamment de la pression atmosphérique et de la température, il est possible d'affiner la valeur de prépositionnement de la turbine 12 en fonction par exemple de l'altitude, ou de la température ambiante. On notera que cette valeur de prépositionnement de la turbine 12 permet de positionner le turbocompresseur 7 dans un état initial valable pendant des régimes stables et qui permet donc d'aborder des régimes transitoires avec un bon réglage de départ.

Les sorties du régulateur 37 et de la cartographie C sont sommées au moyen d'un sommateur 38 afin de déterminer la position des soupapes WG de décharges basse pression 18 et haute pression 17.

5 Comme on le voit sur la figure 3, l'estimateur dynamique du comportement du turbocompresseur 6 basse pression est basé sur un modèle physique et permet de déterminer l'estimation de la pression  $P_{avt,t}$  en amont de la turbine 10 basse pression, ainsi que la pression  $P_{aval,c}$  en aval du compresseur 11 basse pression.

10 Cette estimation dynamique du turbocompresseur 6 basse pression permet de supprimer les risques de survitesse sur le turbocompresseur haute pression en régime transitoire sans ajout de capteur spécifique.

L'estimateur dynamique présente en entrée le débit  $W_{avt,c}$  d'air du compresseur 11 mesuré par un débitmètre (non représenté), les valeurs de pression  $P_{avt,c}$  et de température  $T_{avt,c}$  en amont du compresseur 11, le débit  $W_{avt,t}$  d'air de la turbine 10 basse pression et la valeur de la température  $T_{avt,t}$  en amont de la turbine 10 basse pression.

20 Les valeurs de débit d'air  $W_{avt,c}$  et  $W_{avt,t}$  et les valeurs de pression  $P_{avt,c}$  et  $P_{avt,t}$  sont obtenues par des capteurs (non représentés).

Le calcul de la puissance  $P_c$  au compresseur 11 basse pression est calculée selon l'équation suivante dans le bloc 40 :

$$P_c = W_{avt,c} C_p \frac{1}{\eta_c} T_{avt,c} \left( PR_{c,esti}^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} - 1 \right) (1)$$

25 Pour cela, on mesure le débit  $W_{avt,c}$  et la température  $T_{avt,c}$  en amont du compresseur 11.  $C_p$  est la capacité calorifique à pression constante du fluide s'écoulant dans le turbocompresseur 6 et  $\gamma$  le rapport de la capacité calorifique à pression constante sur la capacité calorifique à volume constant de ce même fluide.

30 Le rapport de compression  $PR_{c,esti}$  et l'efficacité  $\eta_c$  sont obtenus à partir de cartographies C statiques fournies par le

constructeur du turbocompresseur. Ces grandeurs sont calculées en fonction de variables déterminées par les formules suivantes :

$$PR_{C,esti} = f_1 \left( W_{avt,c} \frac{\sqrt{T_{avt,c}}}{P_{avt,c}}, N_t \frac{1}{\sqrt{T_{avt,c}}} \right) \quad (2)$$

$$\eta_c = f_2 \left( W_{avt,c} \frac{\sqrt{T_{avt,c}}}{P_{avt,c}}, N_t \frac{1}{\sqrt{T_{avt,c}}} \right) \quad (3)$$

5 La pression  $P_{avt,c}$  en amont du compresseur 11 basse pression est mesurée. Le régime du turbocompresseur  $N_t$  est fourni par l'estimateur dynamique, les fonctions  $f_1$  et  $f_2$  quant à elles des données provenant du constructeur du turbocompresseur et contenues dans le bloc 41.

10 Le débit d'air  $W_{avt,c}$  peut par exemple être mesuré au moyen d'un capteur fil chaud (non représenté) placé en sortie du filtre à air 5. La pression  $P_{avt,c}$  peut quant à elle être mesurée par un capteur piézo-électrique (non représentés).

15 La puissance  $P_t$  fournie par la turbine 10 à l'arbre moteur est calculée selon l'équation (4) dans le bloc 42:

$$P_t = W_{avt,t} C_p \eta_t T_{avt,t} \left( 1 - \left( \frac{1}{PR_{t,esti}} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right) \quad (4)$$

Ici, la température  $T_{avt,t}$  amont turbine 10 n'est pas mesurée, et on fait l'hypothèse qu'il existe une dépendance statique entre cette température  $T_{avt,t}$ , le régime moteur  $N_m$  et la charge  $M$  :

20

$$T_{avt,t} = f_3(M, N_m) \quad (5)$$

où  $M$  est la quantité de carburant injecté et  $N_m$  le régime moteur.

25 De manière analogue à ce qui est fait pour le compresseur 11 basse pression, il existe une relation statique entre le débit  $W_{avt,t}$  de la turbine 10, le taux de détente  $PR_{t,esti}$  de la turbine 10, et le régime  $N_t$  de la turbine 10. Il existe également une relation entre l'efficacité  $\eta_t$  de la turbine 10, le débit  $W_{avt,t}$  de la turbine 10 et le régime  $N_t$  de la turbine 10.

$$W_{avt,t} \frac{\sqrt{T_{avt,t}}}{P_{avt,t}} = f_4 \left( PR_{t,esti}, N_t \frac{1}{\sqrt{T_{avt,t}}} \right) \quad (6)$$

$$\eta_t = f_5 \left( W_{avt,t} \frac{\sqrt{T_{avt,t}}}{P_{avt,t}}, N_t \frac{1}{\sqrt{T_{avt,t}}} \right) \quad (7)$$

Les fonctions  $f_3$ ,  $f_4$  sont fournies par le constructeur et contenues dans le bloc 43.

5 Le débit  $W_{avt,t}$  de la turbine 10 est estimé à partir du débit d'air mesuré au niveau de l'entrée d'air du moteur 1, à l'aide d'un filtre passe-bas du premier ordre (non représenté). Cette simplification est justifiée par le fait que l'estimateur basse pression est utilisé uniquement lorsque la soupape 18 ('wastegate') est fermée.

10 L'efficacité  $\eta_t$  de la turbine 10 est ainsi déterminée à partir de grandeurs connues ou estimées.

En revanche, l'équation (4) nécessite de connaître le taux de détente  $PR_{t,esti}$  de la turbine 10 basse pression, car celui-ci n'est pas mesuré. Pour cela, on utilise la mesure de pression  $P_{dtBP}$  en aval de la turbine 10 basse pression et on inverse l'équation (6), de façon à obtenir l'équation suivante :

$$W_{avt,t} = \frac{P_{dtBP} PR_{t,esti}}{\sqrt{T_{avt,t}}} f_4 \left( PR_{t,esti}, N_t \frac{1}{\sqrt{T_{avt,t}}} \right) \quad (6')$$

On peut considérer une nouvelle fonction  $f_5$  contenue dans le bloc 43, formant une fonction inverse, permettant d'obtenir la relation  
20 suivante :

$$f_5 \left( PR_{t,esti}, N_t \frac{1}{\sqrt{T_{avt,t}}} \right) = PR_{t,esti} \cdot f_4 \left( PR_{t,esti}, N_t \frac{1}{\sqrt{T_{avt,t}}} \right) \quad (8)$$

A partir des puissances  $P_c$  et  $P_t$ , respectivement en aval du compresseur 11 basse pression et en amont de la turbine 10 basse  
25 pression, on utilise l'équation de la dynamique sur l'arbre du turbocompresseur 6 basse pression selon l'équation suivante :

$$J.N_t \frac{dN_t}{dt} = P_t - P_c \quad (9)$$

où :

J est l'inertie du turbocompresseur 6 basse pression ; et

$N_t$  est le régime de la turbine 10 basse pression.

5 Ceci est implémenté dans l'estimateur par l'intermédiaire d'une équation de récurrence selon l'équation (10) contenue dans le bloc 44 :

$$N_k = N_{k-1} + \left( \frac{P_t - P_c}{J.N_{k-1}} \right) \quad (10)$$

10 où k est l'indice de récurrence représentant le temps.

On obtient ainsi une estimation du régime  $N_k$  du turbocompresseur 6 basse pression, mais également du rapport de compression  $PR_{c,esti}$  dans le compresseur 11 et du taux de détente  $PR_{t,esti}$  de la turbine 10. A partir du taux de détente  $PR_{t,esti}$  turbine 15 10, on en déduit la pression  $P_{dtHP}$  en aval dans la turbine 12 haute pression.

Avec un estimateur dynamique du turbocompresseur 6 basse pression, on évite ainsi des risques de survitesse du turbocompresseur 7 haute pression en régime transitoire, et on diminue les temps de réponse de la suralimentation par rapport à une consigne donnée. 20

La valeur de consigne  $PR_{t,cons}$  est élaborée à partir du rapport entre la mesure de la pression  $P_{avt,t}$  en amont de la turbine et la valeur de pression  $P_{dt}$  soit en aval de la turbine 12 haute pression, soit en aval de la turbine 10 basse pression.

25 En zone de régulation haute pression, on calcule la valeur de consigne du taux de détente  $PR_{t,cons}$  selon l'équation suivante :

$$PR_{t,cons} = \frac{CONS_{P_{avt}}}{P_{dtHP}} ,$$

avec :

$P_{dtHP}$  l'estimation de la pression en aval de la turbine 12 haute pression issue du modèle dynamique du turbocompresseur 6 basse pression,

5  $CONS_{P_{avt}}$ , la valeur seuil de la pression en amont de la turbine 12 haute pression correspondant à la pression  $P_{coll}$  dans le collecteur d'échappement 3.

En zone de régulation basse pression, la consigne du taux de détente  $PR_{t,cons}$  se calcule selon l'équation suivante :

10 
$$PR_{t,cons} = \frac{CONS_{P_{avt}}}{P_{dtBP}}$$

avec :

$P_{dtBP}$  la mesure de la pression en aval de la turbine 10 basse pression,

15  $CONS_{P_{avt}}$ , la valeur seuil de la pression en amont de la turbine 10 basse pression.

La valeur de l'estimation du taux de détente  $PR_{t,esti}$  se calcule selon les équations suivantes :

En zone de régulation haute pression, l'estimation du taux de détente  $PR_{t,esti}$  se calcule selon l'équation suivante :

20 
$$PR_{t,esti} = \frac{P_{avt,t}}{P_{dtHP}},$$

avec :

$P_{avt,t}$  la mesure de la pression en amont de la turbine 12 haute pression,

25  $P_{dtHP}$ , l'estimation de la pression en aval de la turbine 12 haute pression est issu du modèle dynamique du turbocompresseur basse pression.

En zone de régulation basse pression, l'estimation du taux de détente se calcule selon l'équation suivante :

$$PR_{t,esti} = \frac{P_{avt,t}}{P_{dtBP}}$$

30 avec :

$P_{avt,t}$  la mesure de la pression en amont de la turbine 10 basse pression,

$P_{dtBP}$ , la mesure de la pression en aval de la turbine basse pression 10.

- 5 Grâce à l'invention qui vient d'être décrite, il est possible de contrôler la suralimentation d'un moteur à combustion interne et de limiter la pression en amont de la turbine.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de contrôle de la suralimentation en air d'un moteur (1) à combustion interne d'un véhicule automobile équipé d'un bi-turbocompresseur étagé de suralimentation (6, 7) comprenant deux turbines (10, 12) entraînées en rotation par les gaz d'échappement du moteur (1), deux compresseurs de suralimentation (11, 13) entraînés par chacune des turbines (10, 12), et deux actionneurs de soupapes (17, 18) haute pression et basse pression, caractérisé en ce qu'il comprend la régulation du taux de compression du compresseur ( $PR_c$ ) autour d'une valeur de consigne de rapport de compression ( $PR_{c,cons}$ ), et la régulation du taux de détente ( $PR_t$ ) de la turbine (12) pour limiter la valeur de la pression ( $P_{avl,t}$ ) en amont de la turbine (12), ladite régulation étant mise en œuvre dès que la pression ( $P_{avl,t}$ ) en amont de la turbine (12) haute pression dépasse une valeur seuil ( $CONS_{P_{avl}}$ ).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on élabore un signal d'activation et de désactivation (CPAVT) de la régulation du taux de détente ( $PR_t$ ) de la turbine (10, 12) en fonction de la valeur de la pression ( $P_{coll}$ ) dans le collecteur d'admission (2) et d'une première valeur seuil correspondante ( $CONS_{P_{coll}}$ ) et de la pression ( $P_{avl,t}$ ) en amont de la turbine (12) du turbocompresseur (7) et d'une deuxième valeur seuil correspondante ( $CONS_{P_{avl}}$ ).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on désactive la régulation du taux de détente ( $PR_t$ ) de la turbine lorsque la valeur de la pression ( $P_{coll}$ ) dans le collecteur d'admission (2) est supérieure ou égale à la première valeur seuil ( $CONS_{P_{coll}}$ ).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on désactive la régulation du taux de compression ( $PR_c$ ) du compresseur (11, 13) lorsque la valeur de la pression ( $P_{avl,t}$ ) dans le collecteur d'échappement (3) est supérieure à la deuxième valeur seuil ( $CONS_{P_{avl}}$ ).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que la limitation de la pression ( $P_{avl,t}$ ) en amont de la

turbine (10, 12) est effectuée au moyen d'une boucle de régulation (25) recevant en entrée la valeur de consigne ( $PR_{c,cons}$ ) et une estimation du taux de compression du compresseur ( $PR_{c,esti}$ ) et délivrant en sortie un signal de commande (WG) des actionneurs de soupapes (17, 18) haute pression et basse pression, et en ce que l'on pilote des moyens de commutation (35, 36) disposés en entrée de la boucle de régulation (25) de manière à présenter en entrée de cette dernière, d'une part, soit l'estimation du taux de détente ( $PR_{t,esti}$ ) de la turbine, soit l'estimation du taux de compression ( $PR_{c,esti}$ ) du compresseur et, d'autre part, l'une ou l'autre des valeurs de consigne ( $PR_{t,cons}$ ) ou ( $PR_{c,cons}$ ), en fonction de la valeur du signal d'activation et de désactivation (CPAVT).

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la valeur de consigne ( $PR_{c,cons}$ ) est élaborée à partir d'une cartographie C.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la valeur de consigne ( $PR_{t,cons}$ ) est élaborée à partir du rapport entre la mesure de la pression ( $P_{avt,t}$ ) dans le collecteur d'échappement (3) et l'une ou l'autre des valeurs de pression parmi la mesure de pression ( $P_{dtBP}$ ) en aval de la turbine basse pression (10) et l'estimation de la pression ( $P_{dtHP}$ ) en aval de la turbine haute pression (12), selon que la zone de régulation se situe en basse pression ou en haute pression.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'estimation de la pression ( $P_{dtHP}$ ) en aval de la turbine haute pression (12) est issue d'un modèle dynamique du turbocompresseur 6 à basse pression.

9. Dispositif de contrôle de la suralimentation en air d'un moteur (1) à combustion interne d'un véhicule automobile équipé d'un bi-turbocompresseur étagé de suralimentation (6, 7) pourvu de deux turbines (10, 12) entraînées en rotation par les gaz d'échappement du moteur (1) et de deux compresseurs de suralimentation (11, 13) entraînés par chacune des turbines (10, 12), ledit dispositif comprenant une unité de commande (20) caractérisé en ce que l'unité

de commande (20) comprend la régulation du taux de compression du compresseur ( $PR_c$ ) autour d'une valeur de consigne de rapport de compression ( $PR_{c,cons}$ ), et en ce qu'elle comprend la régulation du taux de détente ( $PR_t$ ) de façon à limiter la valeur de la pression ( $P_{avt,t}$ ) en  
5    amont de la turbine (12), ladite régulation étant mise en œuvre dès que la pression ( $P_{avt,t}$ ) en amont de la turbine (12) haute pression dépasse une valeur seuil ( $CONS_{P_{avt}}$ ).

10    10.    Dispositif selon la revendications 9, caractérisé en ce qu'il comporte une cartographie C dans laquelle sont stockées des valeurs de position des actionneurs de soupapes (17, 18) haute  
pression et basse pression permettant de régler la puissance des gaz d'échappement en fonction des paramètres de fonctionnement du moteur, et en ce qu'il comporte des moyens (37, 38) pour  
15    prépositionner lesdits actionneurs (17, 18) à partir d'une valeur extraite de la cartographie C.

FIG.1

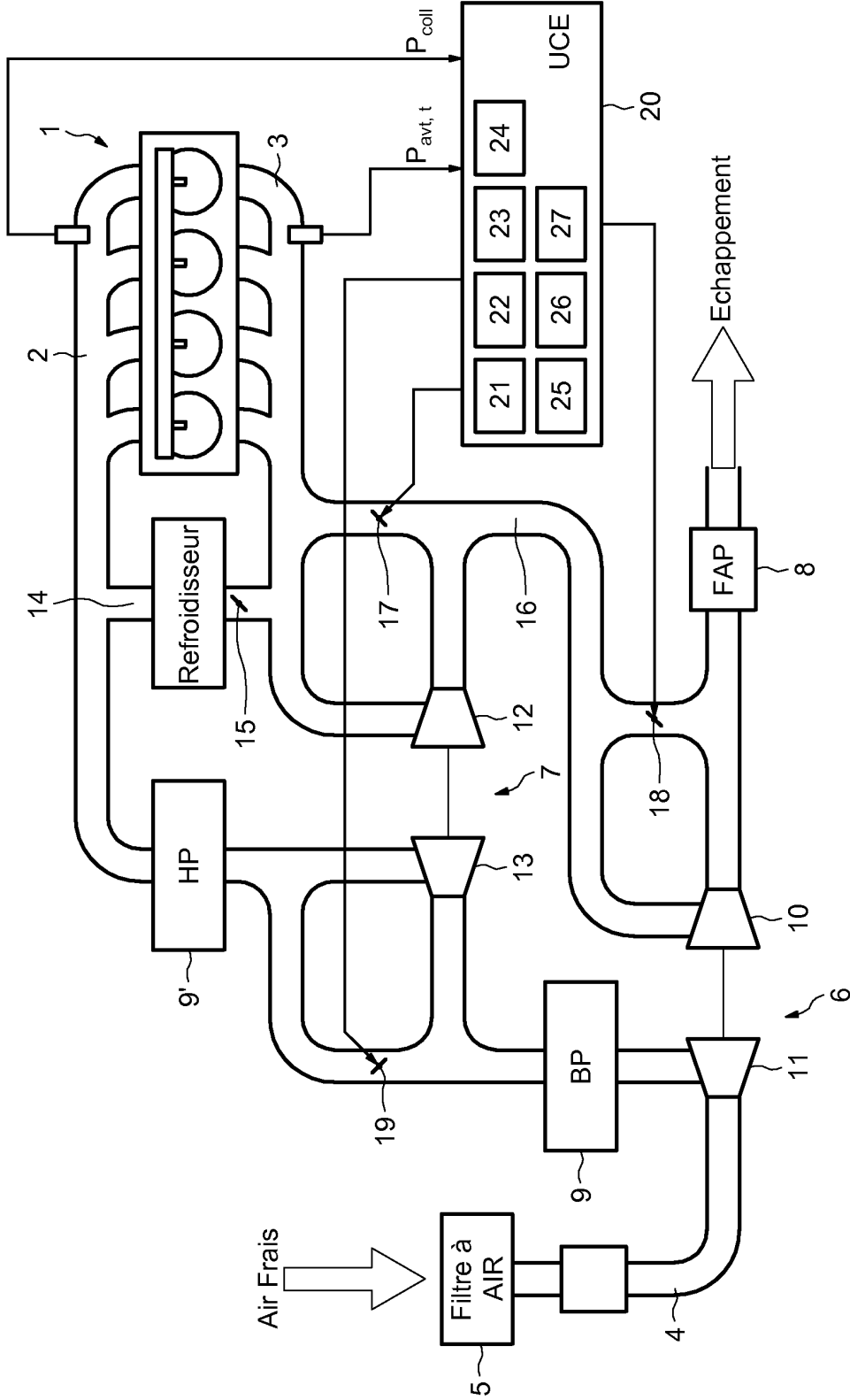


FIG.2

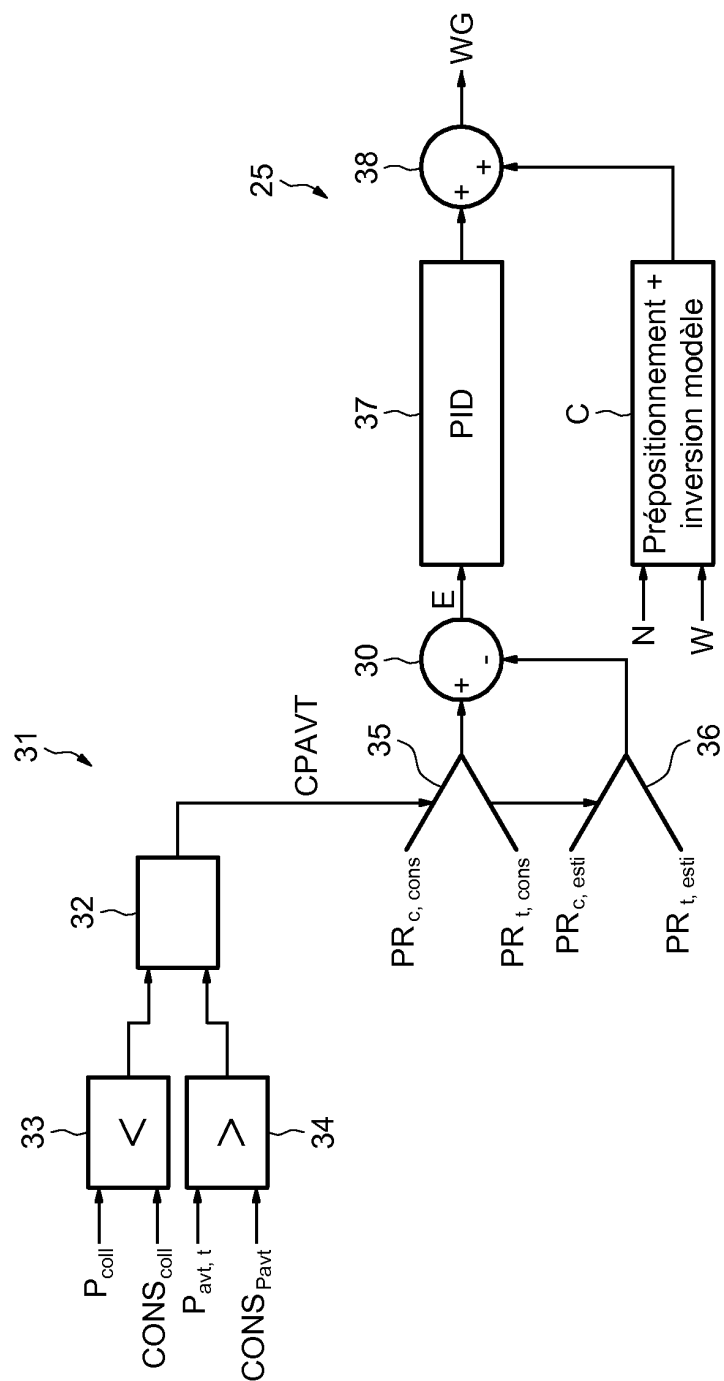
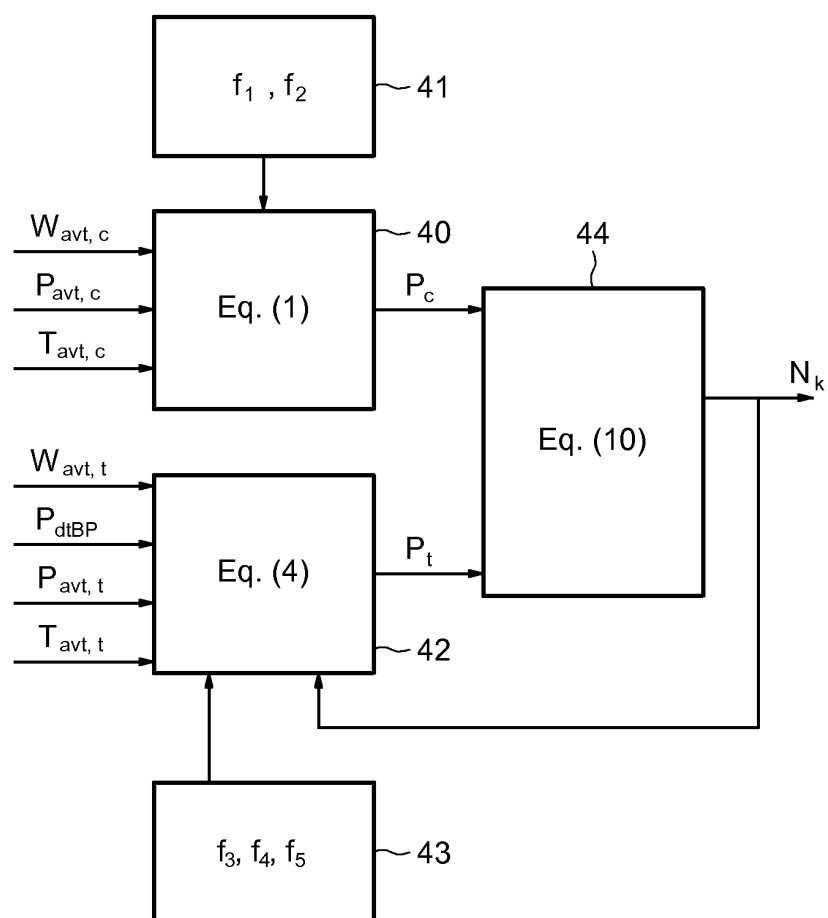


FIG.3



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 731606  
FR 0958579

| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | FR 2 917 128 A1 (RENAULT SAS [FR])<br>12 décembre 2008 (2008-12-12)<br>* figures 1,2,6,11 *<br>* page 1, ligne 27 - page 2, ligne 19 *<br>-----              | 1,2,7-10                         | F02B37/12<br>F02D23/00                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 6 672 060 B1 (BUCKLAND JULIA HELEN [US]<br>ET AL) 6 janvier 2004 (2004-01-06)<br>* figures 1,2 *<br>* colonne 1, ligne 63 - colonne 2, ligne 4 *<br>----- | 1-10                             |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | FR 2 665 928 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE])<br>21 février 1992 (1992-02-21)<br>* figures 1,3 *<br>* page 1, ligne 4-17 *<br>* page 2, ligne 14-31 *<br>-----      | 1-10                             |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 2003/010019 A1 (ENGEL GERHARD [DE] ET<br>AL) 16 janvier 2003 (2003-01-16)<br>* figures 1,2 *<br>* alinéa [0010] *<br>-----                                | 1-10                             |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                              |                                  | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                              |                                  | F02D<br>F02B                                    |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                              | Examineur                        |                                                 |
| 29 juillet 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                              | Parmentier, Hélène               |                                                 |
| <p><b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br/>A : arrière-plan technologique<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>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.<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>.....<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |                                                                                                                                                              |                                  |                                                 |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE****RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0958579 FA 731606**

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 **29-07-2010**

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 |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| FR 2917128                                      | A1 | 12-12-2008             | EP 2156036 A1                           | 24-02-2010             |
|                                                 |    |                        | WO 2008152269 A1                        | 18-12-2008             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 6672060                                      | B1 | 06-01-2004             | DE 10329763 A1                          | 26-02-2004             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| FR 2665928                                      | A1 | 21-02-1992             | DE 4025901 C1                           | 30-01-1992             |
|                                                 |    |                        | GB 2251461 A                            | 08-07-1992             |
|                                                 |    |                        | IT 1249831 B                            | 28-03-1995             |
|                                                 |    |                        | JP 4262022 A                            | 17-09-1992             |
|                                                 |    |                        | US 5174119 A                            | 29-12-1992             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 2003010019                                   | A1 | 16-01-2003             | CN 1364215 A                            | 14-08-2002             |
|                                                 |    |                        | WO 0166921 A1                           | 13-09-2001             |
|                                                 |    |                        | DE 10010978 A1                          | 20-09-2001             |
|                                                 |    |                        | EP 1179128 A1                           | 13-02-2002             |
|                                                 |    |                        | JP 2003526044 T                         | 02-09-2003             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 731606  
FR 0958579

| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | FR 2 917 128 A1 (RENAULT SAS [FR])<br>12 décembre 2008 (2008-12-12)<br>* figures 1,2,6,11 *<br>* page 1, ligne 27 - page 2, ligne 19 *<br>-----              | 1,2,7-10                         | F02B37/12<br>F02D23/00                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 6 672 060 B1 (BUCKLAND JULIA HELEN [US]<br>ET AL) 6 janvier 2004 (2004-01-06)<br>* figures 1,2 *<br>* colonne 1, ligne 63 - colonne 2, ligne 4 *<br>----- | 1-10                             |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | FR 2 665 928 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE])<br>21 février 1992 (1992-02-21)<br>* figures 1,3 *<br>* page 1, ligne 4-17 *<br>* page 2, ligne 14-31 *<br>-----      | 1-10                             |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 2003/010019 A1 (ENGEL GERHARD [DE] ET<br>AL) 16 janvier 2003 (2003-01-16)<br>* figures 1,2 *<br>* alinéa [0010] *<br>-----                                | 1-10                             |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                              |                                  | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                              |                                  | F02D<br>F02B                                    |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                              | Examineur                        |                                                 |
| 29 juillet 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                              | Parmentier, Hélène               |                                                 |
| <p><b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br/>A : arrière-plan technologique<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>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.<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>.....<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |                                                                                                                                                              |                                  |                                                 |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE****RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0958579 FA 731606**

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 **29-07-2010**

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 |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| FR 2917128                                      | A1 | 12-12-2008             | EP 2156036 A1                           | 24-02-2010             |
|                                                 |    |                        | WO 2008152269 A1                        | 18-12-2008             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 6672060                                      | B1 | 06-01-2004             | DE 10329763 A1                          | 26-02-2004             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| FR 2665928                                      | A1 | 21-02-1992             | DE 4025901 C1                           | 30-01-1992             |
|                                                 |    |                        | GB 2251461 A                            | 08-07-1992             |
|                                                 |    |                        | IT 1249831 B                            | 28-03-1995             |
|                                                 |    |                        | JP 4262022 A                            | 17-09-1992             |
|                                                 |    |                        | US 5174119 A                            | 29-12-1992             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 2003010019                                   | A1 | 16-01-2003             | CN 1364215 A                            | 14-08-2002             |
|                                                 |    |                        | WO 0166921 A1                           | 13-09-2001             |
|                                                 |    |                        | DE 10010978 A1                          | 20-09-2001             |
|                                                 |    |                        | EP 1179128 A1                           | 13-02-2002             |
|                                                 |    |                        | JP 2003526044 T                         | 02-09-2003             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |