

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

3 069 023

21 N° d'enregistrement national : 17 56578

51 Int Cl<sup>8</sup> : F 02 D 23/00 (2006.01), F 01 N 3/20, 11/00, F 02 B 37/013

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 11.07.17.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 18.01.19 Bulletin 19/03.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : NISSAN MOTOR CO. LIMITED — JP et

72 Inventeur(s) : LEFEBVRE ALAIN.A.

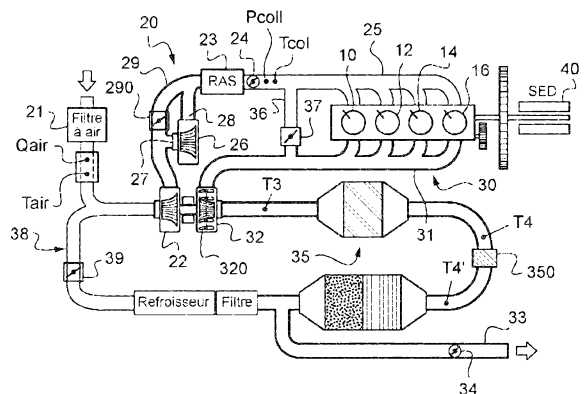
73 Titulaire(s) : NISSAN MOTOR CO. LIMITED, RENAULT S.A.S Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : RENAULT SAS.

54 PROCÉDE DE COMMANDE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE SURALIMENTÉ COMPRENANT UN COMPRESSEUR ADDITIONNEL.

57 L'invention concerne un procédé de commande d'un moteur comprenant un circuit d'admission (20) avec un compresseur (22) de turbocompresseur et un compresseur additionnel (26) et un circuit d'échappement (30) comprenant une turbine (32) de turbocompresseur à géométrie variable et un dispositif de dépollution (35), le procédé comprenant les étapes suivantes après détection d'une phase de démarrage du moteur :

- on détermine une valeur cible de pression de suralimentation en fonction d'un niveau de couple demandé,
- on commande un premier mode de fonctionnement dans lequel on active le compresseur additionnel et, simultanément, on commande des ailettes (320) de la turbine (32) dans un état d'ouverture complète, de manière à éviter toute détente des gaz d'échappement dans la turbine, ladite valeur cible de pression de suralimentation étant fournie au moyen du seul compresseur additionnel tant qu'un indicateur de l'activité du dispositif de dépollution n'a pas atteint une valeur de seuil prédéfinie.



FR 3 069 023 - A1



Procédé de commande d'un moteur à combustion interne suralimenté  
comportant un compresseur additionnel

La présente invention concerne un procédé de commande d'un moteur à combustion interne suralimenté, ledit moteur comportant des cylindres de combustion, un circuit d'admission débouchant dans un collecteur d'admission relié aux cylindres et comportant un compresseur de turbocompresseur et un compresseur additionnel en aval dudit compresseur pour accroître la quantité de gaz d'admission fournie au collecteur d'admission, et un circuit d'échappement débouchant en sortie d'un collecteur d'échappement relié aux cylindres et comportant une turbine de turbocompresseur à géométrie variable, couplée en rotation au compresseur et un dispositif de dépollution des gaz d'échappement.

Il est connu d'employer un certain nombre de moyens de dépollution dans le circuit d'échappement des moteurs à combustion pour en limiter les émissions de polluants. On désigne de manière générale ce type de système par le terme de système de « post-traitement » des gaz d'échappement ou dispositif de dépollution. Pour le traitement des oxydes d'azote (NOx), on connaît par exemple des technologies de réduction catalytique sélective des oxydes d'azote, ou SCR pour « Sélective Catalytic Réduction » ou encore la technologie LNT pour « Lean NOX Trap » ou piège à NOx.

L'une des difficultés rencontrées dans les systèmes de suralimentation de moteurs à combustion interne par turbocompresseur est liée au fonctionnement du dispositif de dépollution des gaz d'échappement. En particulier, dans le cas d'une suralimentation mettant en œuvre une turbine de turbocompresseur à géométrie variable, l'utilisation de la turbine pendant les phases de démarrage à froid du moteur est pénalisante pour l'amorçage du dispositif de dépollution des gaz d'échappement. En effet, les gaz qui sortent du collecteur d'échappement sont ensuite détendus au travers de la turbine, ce qui abaisse la température des gaz en sortie de la turbine, entraînant un retard à l'amorçage du dispositif de dépollution.

Le document FR-B1-2855215 fait connaître un procédé de mise en œuvre d'un moteur à combustion interne équipé d'un compresseur électrique, qui vise à accélérer le chauffage d'un dispositif de dépollution des gaz d'échappement,

de façon à activer ce dispositif plus rapidement pour réduire les émissions de polluant après le démarrage du moteur. Ce procédé consiste à activer le compresseur électrique pendant la phase de démarrage du moteur à combustion interne, permettant d'augmenter davantage le débit massique d'air alimentant le moteur, si bien que cette suralimentation augmente le flux d'enthalpie des gaz d'échappement. Le compresseur électrique est commandé en fonction de la puissance de chauffage nécessaire pour obtenir la température de fonctionnement prédéterminée du dispositif de dépollution des gaz d'échappement. Le document en question précise en outre qu'il est particulièrement avantageux, pour augmenter encore davantage le débit massique d'air et le flux d'enthalpie des gaz d'échappement, que le compresseur électrique fonctionne de manière couplée avec un compresseur additionnel, notamment un compresseur de turbocompresseur classique, avec turbine.

Cependant, dans ce cas de figure où le moteur est équipé d'un turbocompresseur avec turbine, il n'est pas souhaitable d'augmenter davantage le débit d'air alimentant le moteur car, contrairement à ce qui est indiqué dans le document cité, la détente du flux supplémentaire dans la turbine va plutôt avoir tendance à diminuer l'enthalpie des gaz.

L'invention a pour but de pallier les inconvénients des dispositifs existants en proposant un procédé de commande d'un moteur suralimenté par turbocompresseur couplé à un compresseur additionnel, qui permet d'accélérer l'amorçage du dispositif de dépollution des gaz d'échappement pour une meilleure efficacité, en particulier dans les phases de démarrage à froid du moteur.

Ce but est atteint grâce à un procédé de commande d'un moteur à combustion interne suralimenté d'un véhicule, ledit moteur comprenant des cylindres de combustion, un circuit d'admission débouchant dans un collecteur d'admission relié aux cylindres et comprenant un compresseur de turbocompresseur et un compresseur additionnel, et un circuit d'échappement débouchant en sortie d'un collecteur d'échappement relié aux cylindres, ledit circuit d'échappement comprenant une turbine de turbocompresseur couplée en rotation au compresseur de turbocompresseur, et au moins un dispositif de dépollution des gaz d'échappement, ledit procédé étant caractérisé en ce que,

ladite turbine étant une turbine à géométrie variable comprenant des ailettes mobiles à orientation variable en entrée de la turbine adaptées à être commandées dans différents états d'ouverture de façon à modifier une section de passage des gaz d'échappement vers la turbine, on met en œuvre les

5 étapes suivantes suite à la détection d'une phase de démarrage du moteur :

- on détermine une valeur cible de pression de suralimentation du moteur en fonction d'un niveau de couple demandé,

- on commande un premier mode de fonctionnement du moteur dans lequel on active le compresseur additionnel et, simultanément, on commande

10 les ailettes de la turbine dans un état d'ouverture complète, de manière à éviter toute détente des gaz d'échappement dans la turbine, ladite valeur cible de pression de suralimentation du moteur étant fournie au moyen du seul compresseur additionnel tant qu'un indicateur de l'activité du dispositif de dépollution n'a pas atteint une valeur de seuil prédéfinie.

15 Avantageusement, lorsque la valeur cible de pression de suralimentation est supérieure à une valeur maximale de pression de suralimentation susceptible d'être fournie par le compresseur additionnel, on commande un deuxième mode de fonctionnement du moteur dans lequel on active le compresseur additionnel et, simultanément, on commande les ailettes de la

20 turbine dans un état d'ouverture partielle de manière à activer le compresseur de turbocompresseur, ladite valeur cible de pression de suralimentation du moteur étant fournie au moyen du compresseur additionnel et du compresseur de turbocompresseur en complément tant que l'indicateur de l'efficacité du fonctionnement du système de post traitement n'a pas atteint la valeur de seuil

25 prédéfinie.

De préférence, le compresseur additionnel étant un compresseur électrique alimenté par une batterie, l'activation du compresseur additionnel comprend une étape préalable de vérification d'un état de charge courant de la batterie.

30 Avantageusement, ledit moteur étant associé à une machine électrique réversible adaptée à fonctionner selon un mode de génératrice dans lequel la machine électrique fournit un courant électrique destiné à être stocké dans la batterie, ou selon un mode moteur dans lequel ladite machine électrique

participe au couple d'entraînement du véhicule, le procédé comprenant des étapes de :

- détermination de l'état de charge courant de la batterie,
- comparaison de l'état de charge courant de la batterie avec une valeur minimale d'état de charge prédéterminée,
- activation directe du compresseur additionnel si l'état de charge courant est supérieur à la valeur minimale d'état de charge prédéterminée et, sinon,
- activation de la machine électrique réversible selon le mode génératrice pour recharger la batterie.

Avantageusement, la valeur de seuil prédéfinie relative à l'activité du dispositif de dépollution correspond à une température d'amorçage d'efficacité minimale dudit dispositif de dépollution.

De préférence, on détermine l'indicateur de l'activité du système de post-traitement à partir d'une estimation basée sur l'écart des températures respectivement en entrée et en sortie dudit dispositif de dépollution dans le circuit d'échappement.

Alternativement, on détermine l'indicateur de l'activité du système de post-traitement à partir d'une estimation basée sur la température en entrée dudit dispositif de dépollution dans le circuit d'échappement.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite ci-après, donnée à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre de façon schématique un exemple d'architecture de moteur, sur laquelle est mise en œuvre le procédé de commande de l'invention ;
- la figure 2 est un organigramme décrivant le procédé de commande selon l'invention ;
- la figure 3 est un schéma illustrant la montée en température en entrée du dispositif de dépollution des gaz d'échappement, avec mise en œuvre et sans mise en œuvre du procédé de commande de l'invention.

La figure 1 illustre un moteur à combustion interne 1 suralimenté de type à quatre cylindres de combustion 10, 12, 14, 16 en ligne dans l'exemple illustré.

En amont des cylindres, le moteur à combustion interne 1 comporte un circuit d'admission 20 qui prélève l'air frais dans l'atmosphère et qui débouche

dans un répartiteur d'air 25, ou collecteur d'admission, agencé pour répartir l'air vers chacun des quatre cylindres du bloc-moteur. Ce circuit d'admission 20 comporte, dans le sens d'écoulement de l'air, un filtre à air 21 qui filtre l'air frais prélevé dans l'atmosphère, un compresseur 22 de turbocompresseur, qui  
5 comprime l'air frais filtré par le filtre à air 21, un refroidisseur d'air 23 qui refroidit cet air frais comprimé, et une volet d'admission 24 qui permet de réguler le débit d'air frais débouchant dans le collecteur d'admission 25. Le circuit d'admission 20 dispose d'un débitmètre en aval du filtre à air 21 de façon à mesurer le débit d'air  $Q_{air}$  en entrée du compresseur 22.

10 En complément du compresseur 22 de turbocompresseur, dit compresseur principal 22, le moteur comprend également un compresseur additionnel 26, disposé dans le circuit d'admission 20 en aval du compresseur principal 22. Le compresseur additionnel 26 peut être un compresseur additionnel de type électrique, entraîné en rotation au moyen d'un moteur  
15 électrique ou encore un compresseur additionnel de type mécanique, qui peut par exemple être couplé au vilebrequin du moteur. Contrairement au turbocompresseur, le fonctionnement du compresseur additionnel 26 est indépendant des gaz d'échappement et permet de fournir de l'air en grande quantité à l'admission quel que soit le niveau de charge du moteur et  
20 notamment à faible charge et bas régime.

Ce compresseur additionnel présente une entrée 27 et une sortie 28, ladite entrée 27 étant reliée dans le circuit d'admission d'air 20 en aval du compresseur principal 22, soit à la sortie de ce dernier, selon l'exemple de la figure 1, et ladite sortie 28 débouchant en amont du refroidisseur à air 23.

25 Le compresseur additionnel 26 peut être associé un conduit de dérivation 29 du circuit d'admission 20 s'étendant entre l'entrée 27 et la sortie 28 du compresseur additionnel 26 et dans lequel est disposée une vanne de dérivation 290. Ainsi, lorsque le compresseur additionnel 26 est désactivé, en commandant l'ouverture de la vanne de dérivation 290, on court-circuite le  
30 compresseur additionnel 26. Par contre, lorsque le compresseur additionnel 26 est activé, la vanne de dérivation 290 est fermée et l'air ayant fait l'objet d'une première compression dans le compresseur principal 22, subit une seconde compression dans le compresseur additionnel 26.

En sortie des cylindres du moteur, le moteur à combustion interne 1 comporte un circuit d'échappement 30 qui s'étend depuis un collecteur d'échappement 31 dans lequel débouchent les gaz qui ont été préalablement brûlés dans les cylindres, jusqu'à une conduite de sortie d'échappement 33 munie d'un volet d'échappement 34 pour évacuer les gaz d'échappement dans l'atmosphère. Le circuit d'échappement 30 comporte par ailleurs, dans le sens d'écoulement des gaz, une turbine 32, et un dispositif 35 de dépollution.

La turbine 32 est entraînée en rotation par le flux de gaz brûlés sortant du collecteur d'échappement 31, et elle permet d'entraîner le compresseur 22 de turbocompresseur en rotation, grâce à des moyens de couplage mécanique tels qu'un arbre de transmission.

La turbine 32 est par exemple à géométrie variable. Elle comporte des ailettes mobiles à orientation variable 320 au niveau de l'entrée de la turbine, permettant de modifier la géométrie de la turbine de façon à influencer sur l'écoulement des gaz d'échappement sur la turbine 32. Un actionneur (non représenté) est utilisé pour commander l'orientation des ailettes 320 de la turbine. Les ailettes 320 peuvent être commandées dans différents états d'ouverture de façon à modifier (diminuer ou augmenter) la section de passage des gaz d'échappement vers la turbine 31 et ainsi moduler la puissance fournie par les gaz d'échappement à la turbine 31.

Les signaux de commande de cet actionneur sont fournis par une unité de contrôle électronique du moteur, de façon à asservir la pression de suralimentation au niveau du collecteur d'admission. La valeur de la consigne de la pression dans le collecteur est calculée par l'unité de commande électronique. La valeur réelle de la pression  $P_{coll}$  est mesurée au moyen d'un capteur de pression placé dans le collecteur d'admission 25.

En sortie de la turbine 32, les gaz sont dirigés vers le dispositif 35 de dépollution, qui comporte un catalyseur 350, par exemple un catalyseur trois voies si le moteur est du type à essence ou un catalyseur d'oxydation si le moteur est du type diesel. Il peut comporter en outre un ou plusieurs autres systèmes de dépollution des gaz, par exemple un deuxième catalyseur, un piège à oxydes d'azote, un filtre à particules, etc. A la sortie du dispositif de dépollution 35, les gaz d'échappement sont évacués dans l'atmosphère extérieure via la conduite de sortie d'échappement 33.

Ici, le moteur à combustion interne 1 comporte également un circuit 36 de recirculation des gaz brûlés à haute pression, depuis le circuit d'échappement 30 vers le circuit d'admission 20. Ce circuit de recirculation est communément appelé circuit EGR-HP, conformément à l'acronyme anglo-saxon de « Exhaust Gaz Recirculation - High Pressure ». Ce circuit prend naissance dans le circuit d'échappement 30, entre le collecteur d'échappement 31 et la turbine 32, et débouche dans le circuit d'admission 20, entre la vanne d'admission 24 et le répartiteur d'air 25.

Ce circuit EGR-HP 36 permet de prélever une partie des gaz brûlés circulant dans le circuit d'échappement 30, appelés gaz de recirculation ou gaz EGR, pour la réinjecter dans les cylindres afin de réduire les émissions polluantes du moteur, et en particulier les émissions d'oxydes d'azote, de suie et de particules d'hydrocarbure.

Ce circuit EGR-HP 36 comporte une vanne EGR-HP 37 pour réguler le débit de gaz d'échappement recyclés à l'admission, dits gaz EGR, débouchant dans le répartiteur d'air 25.

En complément ou en variante, ce circuit EGR-HP 36 est complété ou remplacé par un circuit 38 de recirculation des gaz brûlés à basse pression, communément appelé circuit EGR-LP conformément à l'acronyme anglo-saxon de « Exhaust Gaz Recirculation - Low Pressure ». Ce circuit EGR-LP 38 prend naissance dans le circuit d'échappement, en sortie du dispositif 35 de dépollution, et débouche dans le circuit d'admission 20, entre le filtre à air 21 et le compresseur 22. Ce circuit EGR-LP 38 comporte une vanne EGR-LP 39 pour réguler le débit de gaz EGR débouchant dans le circuit d'admission 2, où ils sont mélangés à l'air frais. Les gaz d'admission constitués d'air frais et de gaz EGR recyclés sont alors comprimés au moyen du compresseur 22, puis introduits dans le collecteur d'admission 25. Les gaz recyclés en sortie du dispositif de dépollution 35, qui ne sont pas recyclés via le circuit EGR-LP 38 pour être injectés dans le circuit d'admission en amont du compresseur 22, sont évacués dans la conduite de sortie d'échappement 33 dans laquelle se trouve le volet d'échappement 34.

Comme on le verra plus en détail par la suite en référence à la figure 2 décrivant le procédé de commande, la présente invention est particulièrement adaptée pour les véhicules de type véhicule hybride (véhicules dits HEV «

Hybrid Electric Vehicule » ou PHEV « Plug-in Hybrid Electric Vehicle » en terminologie anglo-saxonne), dans lesquels le moteur 1 à combustion interne est associé à une machine électrique réversible 40, désignée par l'acronyme anglais « SED » (pour « Small Electric Device »).

5 Une telle machine électrique réversible 40 peut fonctionner en mode « moteur » ou en mode « génératrice ». En mode « génératrice », la machine électrique est un alternateur, qui fournit un courant électrique destiné à être stocké dans une batterie d'accumulateurs (non représentée), qui permet notamment d'alimenter le compresseur additionnel lorsque ce dernier est un  
10 compresseur additionnel de type électrique. En mode « moteur », la machine électrique 40 est au contraire alimentée par du courant précédemment stocké dans la batterie d'accumulateurs et elle fournit un couple moteur qui s'ajoute à celui du moteur thermique pour être transmis aux roues du véhicule.

L'ensemble de la stratégie de commande du moteur selon l'invention va  
15 maintenant être décrite plus en détail en référence à la figure 2, dans le cadre d'un exemple de réalisation où le compresseur additionnel est de type électrique. Elle est pilotée par le calculateur dédié au contrôle moteur hébergé dans l'unité de contrôle électronique du moteur (ECU).

Le procédé débute par une étape E0 de démarrage du véhicule. Elle peut  
20 se matérialiser par le fait que le conducteur met le contact et requiert un couple pour l'entraînement du véhicule, par exemple en appuyant sur la pédale d'accélérateur.

Le procédé se poursuit, de manière itérative, par une étape E01 de détermination d'un état de charge courant SOC\_batterie de la batterie destinée  
25 à alimenter le compresseur additionnel électrique et de comparaison de cette état de charge courant avec une valeur minimale d'état de charge prédéterminée SOC\_seuil.

Si l'état de charge de la batterie est insuffisant, soit si l'état de charge courant est inférieur à la valeur minimale prédéterminée SOC\_seuil, alors le  
30 procédé commande dans une étape E02 l'activation de la machine électrique réversible SED en mode génératrice pour recharger la batterie. L'activation de la machine électrique réversible SED pour recharger la batterie est certes pénalisante pour la consommation du moteur, mais entraîne une augmentation de la charge du moteur en raison de la puissance prélevée sur le moteur par la

machine électrique, ce qui est favorable pour le post-traitement des gaz dans la mesure où cela permet d'augmenter la température à l'échappement.

Par contre, si l'état de charge courant de la batterie est supérieur à cette valeur minimale prédéterminée, on considère qu'il y a suffisamment d'énergie stockée dans la batterie pour faire fonctionner le compresseur additionnel électrique et ce dernier est alors activé directement.

Le principe général de la stratégie de commande de l'invention est de systématiquement privilégier l'utilisation du compresseur additionnel électrique par rapport au turbocompresseur pour délivrer une valeur cible de pression de suralimentation en fonction du niveau de couple demandé.

Tant que le niveau de couple demandé par le conducteur est faible, ce qui se traduit par une valeur cible de pression de suralimentation  $P_{coll\_cible}$  faible, le procédé oriente vers un premier mode de fonctionnement E10 dans laquelle la pression de suralimentation est entièrement délivrée par le seul compresseur additionnel électrique.

Par contre, si le niveau de couple demandé par le conducteur est élevé, le procédé oriente vers un deuxième mode de fonctionnement E20 dans laquelle la pression de suralimentation est également délivrée, partiellement, par le turbocompresseur, en complément du compresseur additionnel électrique.

Ainsi, l'orientation vers le premier ou le deuxième mode de fonctionnement dépend du niveau de couple demandé par le conducteur et de la capacité du compresseur additionnel électrique à pouvoir fournir seul ou avec l'aide du turbocompresseur, la valeur cible de pression de suralimentation requise. Au cours d'une étape E03, on détermine si la pression de suralimentation maximale susceptible d'être délivrée par le compresseur additionnel électrique  $P_{coll\_maxi\_Eboost}$  est suffisante pour délivrer la valeur cible de pression de suralimentation  $P_{coll\_cible}$  requise par le niveau de couple demandé. Pour ce faire, on utilise par exemple une cartographie préétablie  $P_{coll\_maxi\_Eboost}=f(N, couple)$  fournissant la pression de suralimentation maximale délivrée par le compresseur additionnel électrique en fonction du régime moteur et du niveau de couple.

Si le procédé détermine à l'étape E03 que la valeur cible de pression de suralimentation  $P_{coll\_cible}$  est faible, autrement dit que cette valeur cible de pression de suralimentation est inférieure à la pression de suralimentation

maximale délivrée par le compresseur additionnel électrique Pcoll\_maxi\_Eboost, telle que fournie par la cartographie en fonction du régime moteur et du niveau de couple, alors le procédé oriente vers le premier mode de fonctionnement E10, dans lequel le compresseur additionnel électrique  
5 fonctionne seul pour délivrer la valeur cible de pression de suralimentation Pcoll\_cible du moteur et il devient alors possible de désactiver complètement le turbocompresseur en ouvrant complètement les ailettes de la turbine du turbocompresseur, de sorte qu'il n'y ait aucune détente des gaz d'échappement dans la turbine qui puisse les refroidir. On active donc dans cette étape E10 le  
10 compresseur additionnel électrique et, simultanément, on commande les ailettes de la turbine de turbocompresseur dans un état d'ouverture complète, de manière à éviter toute détente des gaz d'échappement dans la turbine. De ce fait, l'amorçage du dispositif de dépollution est plus rapide.

En revanche, si le procédé détermine à l'étape E03 que le niveau de  
15 couple demandé par le conducteur est élevé, ce qui se traduit par une valeur cible de pression de suralimentation Pcoll\_cible élevée, supérieure à la pression de suralimentation maximale délivrée par le compresseur additionnel électrique Pcoll\_maxi\_Eboost, cette dernière étant alors insuffisante, le procédé oriente vers le deuxième mode de fonctionnement E20, dans lequel le compresseur  
20 additionnel électrique est toujours activé et où les ailettes de la turbine sont commandés dans un état d'ouverture partielle, de sorte à activer le turbocompresseur au juste nécessaire en complément du compresseur additionnel électrique pour délivrer la valeur cible de pression de suralimentation.

Le procédé évalue ensuite dans une étape E30 si l'efficacité du dispositif  
25 de dépollution est atteinte. Pour ce faire, on détermine un indicateur Efficacité\_cata de l'activité du dispositif de dépollution et on le compare à une valeur de seuil prédéfinie, correspondant par exemple à la température d'amorçage d'efficacité minimale du dispositif de dépollution. On détermine  
30 l'indicateur de l'activité du système de post-traitement à partir d'une estimation basée par exemple sur l'écart des températures T4 et T4' respectivement en entrée et en sortie du catalyseur 350 sur la figure 1, ou bien encore à partir d'une estimation basée sur la température T4 en entrée du catalyseur 350. Lorsque l'indicateur est supérieur à la valeur de seuil, on considère que

l'efficacité du dispositif de dépollution est atteinte et le procédé est arrêté à l'étape E40.

On peut alors basculer sur des stratégies plus favorables en termes d'émissions de polluants et de consommation, en utilisant par exemple le circuit EGR-BP. En effet, le catalyseur étant amorcé, les hydrocarbures sont fortement réduits et il n'y a plus de risque, à ce stade, d'utiliser le circuit EGR-BP, favorable pour la réduction des émissions de NO<sub>x</sub> et de CO<sub>2</sub>.

Ainsi, au démarrage à froid du moteur, dans le cas d'un moteur muni d'une suralimentation par turbocompresseur à géométrie variable associé à un compresseur additionnel mécanique ou électrique, l'invention prévoit de privilégier l'utilisation de ce compresseur additionnel par rapport au turbocompresseur pour assurer la suralimentation et il devient alors possible d'ouvrir complètement les ailettes de la turbine à géométrie variable de manière à éviter toute détente refroidissant les gaz au travers de la turbine, ce qui rend l'amorçage du dispositif de dépollution plus rapide.

Ce phénomène est illustré à la figure 3, qui montre deux courbes C1 et C2 de montée en température en entrée du catalyseur en fonction du temps, respectivement avec et sans mise en œuvre du procédé décrit à la figure 2. Avec la mise en œuvre du procédé, la montée en température illustrée par la courbe C1 est plus rapide que celle illustrée par la courbe C2, sans mise en œuvre du procédé. Pour une température d'amorçage d'efficacité minimale d'environ 150°C pour le catalyseur, celle-ci est atteinte à l'instant t1 avec la mise en œuvre du procédé, tandis qu'elle n'est atteinte qu'à l'instant t2, postérieur à t1, sans la mise en œuvre du procédé.

La mise en œuvre du procédé de l'invention entraîne donc des gains en termes de dépollution et de consommation. En effet, le dispositif de dépollution ayant une meilleure efficacité, il est possible d'activer les autres systèmes de dépollution (tels que le circuit EGR-BP) plus rapidement, ce qui est favorable pour réduire les émissions de polluants (NO<sub>x</sub>) tout en améliorant la consommation du moteur. Par ailleurs, les ailettes de la turbine à géométrie variable du turbocompresseur étant maintenues ouvertes, les pertes par pompage du moteur sont réduites et la consommation du moteur est améliorée.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de commande d'un moteur à combustion interne suralimenté d'un véhicule, ledit moteur comprenant des cylindres (10-16) de combustion, un circuit d'admission (20) débouchant dans un collecteur d'admission (25) relié aux cylindres et comprenant un compresseur (22) de turbocompresseur et un compresseur additionnel (26), et un circuit d'échappement (30) débouchant en sortie d'un collecteur d'échappement (31) relié aux cylindres, ledit circuit d'échappement comprenant une turbine (32) de turbocompresseur couplée en rotation au compresseur (22) de turbocompresseur, et au moins un dispositif de dépollution (350) des gaz d'échappement, ledit procédé étant caractérisé en ce que, ladite turbine (32) étant une turbine à géométrie variable comprenant des ailettes mobiles à orientation variable (320) en entrée de la turbine adaptées à être commandées dans différents états d'ouverture de façon à modifier une section de passage des gaz d'échappement vers la turbine, on met en œuvre les étapes suivantes suite à la détection (E0) d'une phase de démarrage du moteur :

- on détermine une valeur cible de pression de suralimentation du moteur ( $P_{coll\_cible}$ ) en fonction d'un niveau de couple demandé,
- on commande un premier mode de fonctionnement du moteur (E10) dans lequel on active le compresseur additionnel (26) et, simultanément, on commande les ailettes (320) de la turbine (32) dans un état d'ouverture complète, de manière à éviter toute détente des gaz d'échappement dans la turbine, ladite valeur cible de pression de suralimentation du moteur étant fournie au moyen du seul compresseur additionnel (26) tant qu'un indicateur ( $Efficacité\_cata$ ) de l'activité du dispositif de dépollution (350) n'a pas atteint une valeur de seuil prédéfinie.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lorsque la valeur cible de pression de suralimentation ( $P_{coll\_cible}$ ) est supérieure à une valeur maximale de pression de suralimentation ( $P_{coll\_maxi\_Eboost}$ ) susceptible d'être fournie par le compresseur additionnel (26), on commande un deuxième mode de fonctionnement du moteur (E20) dans lequel on active le compresseur additionnel (26) et, simultanément, on commande les ailettes (320) de la turbine (32) dans un état d'ouverture partielle de manière à activer le

compresseur (22) de turbocompresseur, ladite valeur cible de pression de suralimentation du moteur étant fournie au moyen du compresseur additionnel (26) et du compresseur (22) de turbocompresseur en complément tant que l'indicateur de l'efficacité du fonctionnement du système de post traitement n'a pas atteint la valeur de seuil prédéfinie.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, le compresseur additionnel (26) étant un compresseur électrique alimenté par une batterie, l'activation du compresseur additionnel comprend une étape préalable (E01) de vérification d'un état de charge courant (SOC\_batterie) de la batterie.

4. Procédé selon la revendication 3, ledit moteur étant associé à une machine électrique réversible (40) adaptée à fonctionner selon un mode génératrice dans lequel la machine électrique fournit un courant électrique destiné à être stocké dans la batterie ou selon un mode moteur dans lequel ladite machine électrique participe au couple d'entraînement du véhicule, le procédé comprenant des étapes de :

- détermination de l'état de charge courant de la batterie,
- comparaison de l'état de charge courant (SOC\_batterie) de la batterie avec une valeur minimale d'état de charge prédéterminée (SOC\_seuil),
- activation directe du compresseur additionnel (26) si l'état de charge courant est supérieur à la valeur minimale d'état de charge prédéterminée et, sinon,
- activation de la machine électrique réversible selon le mode génératrice pour recharger la batterie.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la valeur de seuil prédéfinie relative à l'activité du dispositif de dépollution correspond à une température d'amorçage d'efficacité minimale dudit dispositif de dépollution.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'on détermine l'indicateur de l'activité du système de post-traitement à partir d'une estimation basée sur l'écart des températures (T4, T4') respectivement en entrée et en sortie dudit dispositif de dépollution (350) dans le circuit d'échappement.

7. Procédé selon la revendication 5 caractérisé en ce qu'on détermine l'indicateur de l'activité du système de post-traitement à partir d'une estimation

basée sur la température en entrée (T4) dudit dispositif de dépollution dans le circuit d'échappement.

Fig.1

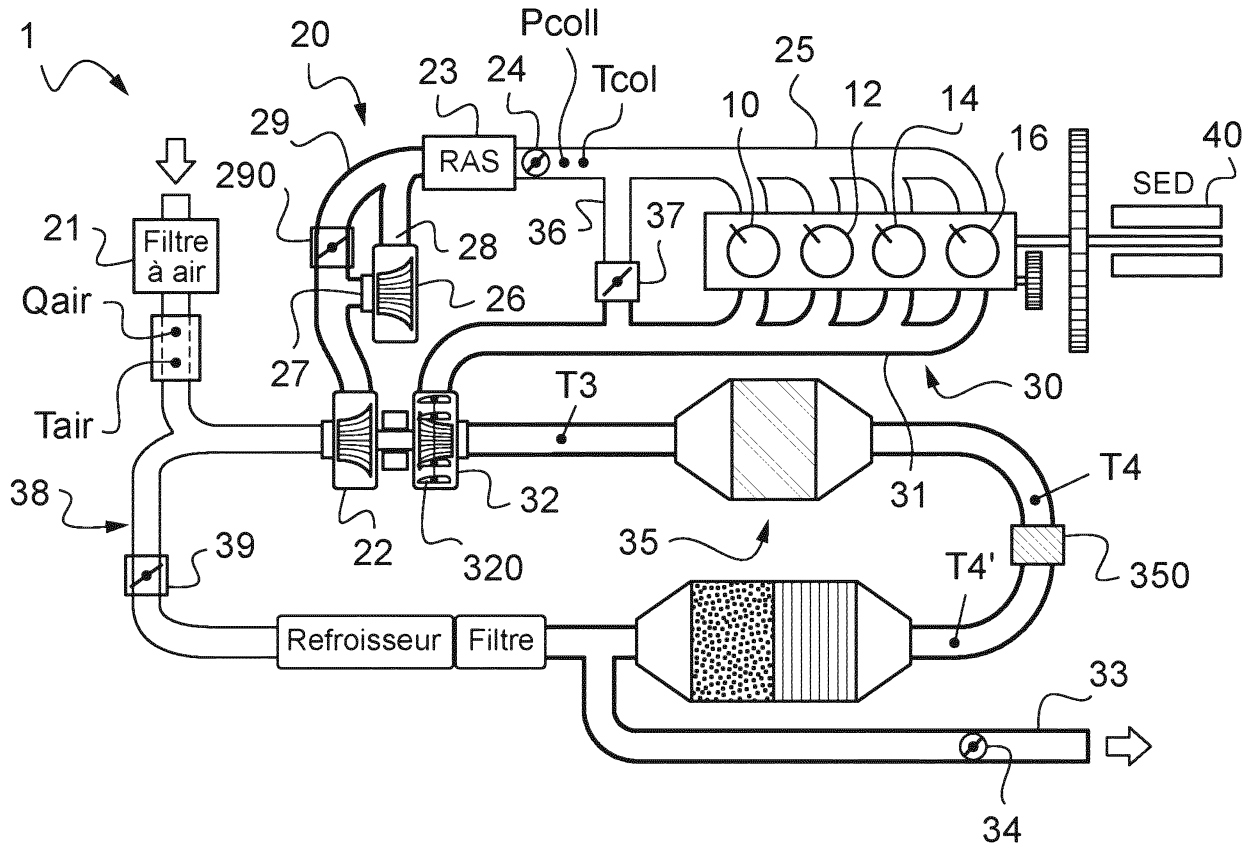
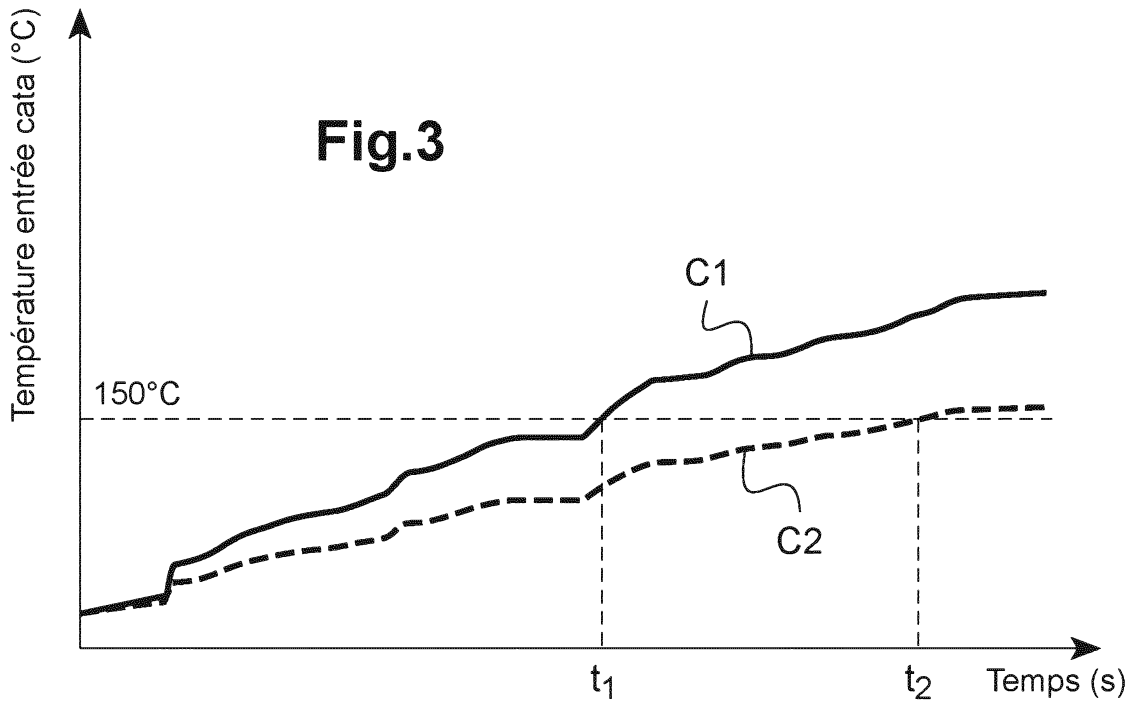
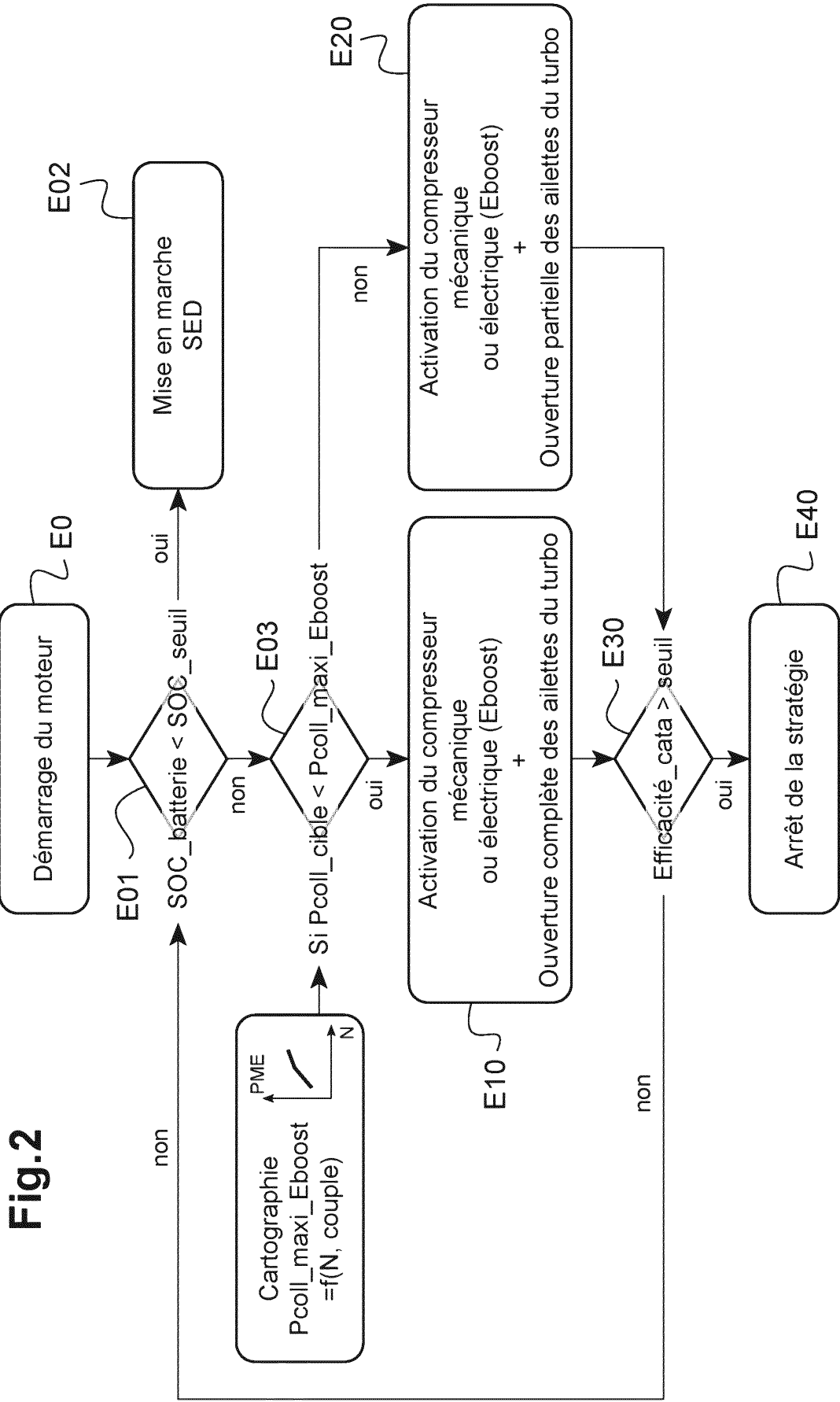


Fig.3





**RAPPORT DE RECHERCHE  
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement  
 national

 FA 840735  
 FR 1756578

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 3 025 833 A1 (RENAULT SAS [FR]) 18 mars 2016 (2016-03-18) * page 1, ligne 1 - page 16, ligne 20; figures 1-3 *	1-7	F02D23/00 F02B37/013 F01N3/20 F01N11/00
X	FR 2 992 348 A3 (RENAULT SA [FR]) 27 décembre 2013 (2013-12-27) * page 1, ligne 1 - page 23, ligne 28 *	1-7	
X	EP 2 940 269 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 4 novembre 2015 (2015-11-04) * alinéas [0009] - [0015] *	1-7	
X	US 2011/107739 A1 (SHIMIZU MASAHIRO [JP] ET AL) 12 mai 2011 (2011-05-12) * alinéas [0034], [0046], [0050], [0051]; figure 9 *	1-7	
A	US 2016/047298 A1 (LÖFGREN ISAK [SE]) 18 février 2016 (2016-02-18) * alinéas [0016], [0033] - [0044], [0055], [0101] *	1-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  F02D F02B F01N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 mars 2018		Le Bihan, Thomas	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1756578 FA 840735**

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 **12-03-2018**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3025833	A1	18-03-2016	EP 3194744 A1	26-07-2017
			FR 3025833 A1	18-03-2016
			JP 2017534506 A	24-11-2017
			KR 20170054518 A	17-05-2017
			WO 2016042217 A1	24-03-2016
-----				
FR 2992348	A3	27-12-2013	AUCUN	
-----				
EP 2940269	A1	04-11-2015	DE 102014208092 A1	29-10-2015
			EP 2940269 A1	04-11-2015
-----				
US 2011107739	A1	12-05-2011	CN 102046940 A	04-05-2011
			EP 2302184 A1	30-03-2011
			JP 5177401 B2	03-04-2013
			JP 2009287495 A	10-12-2009
			KR 20110003375 A	11-01-2011
			US 2011107739 A1	12-05-2011
			WO 2009145002 A1	03-12-2009
-----				
US 2016047298	A1	18-02-2016	EP 2978949 A1	03-02-2016
			US 2016047298 A1	18-02-2016
			WO 2014158077 A1	02-10-2014
-----				