



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
04.01.2023 Bulletin 2023/01

(21) Numéro de dépôt: **22179344.1**

(22) Date de dépôt: **16.06.2022**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F02M 25/025 (2006.01) **F01N 3/00** (2006.01)
F01N 13/00 (2010.01) **F01N 13/08** (2010.01)
F01N 1/14 (2006.01) **F01N 3/05** (2006.01)
F02M 25/022 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F02M 25/0222; F01N 3/005; F02M 25/025

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Renault s.a.s**
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(72) Inventeur: **FABRE, NICOLAS**
91560 LARDY (FR)

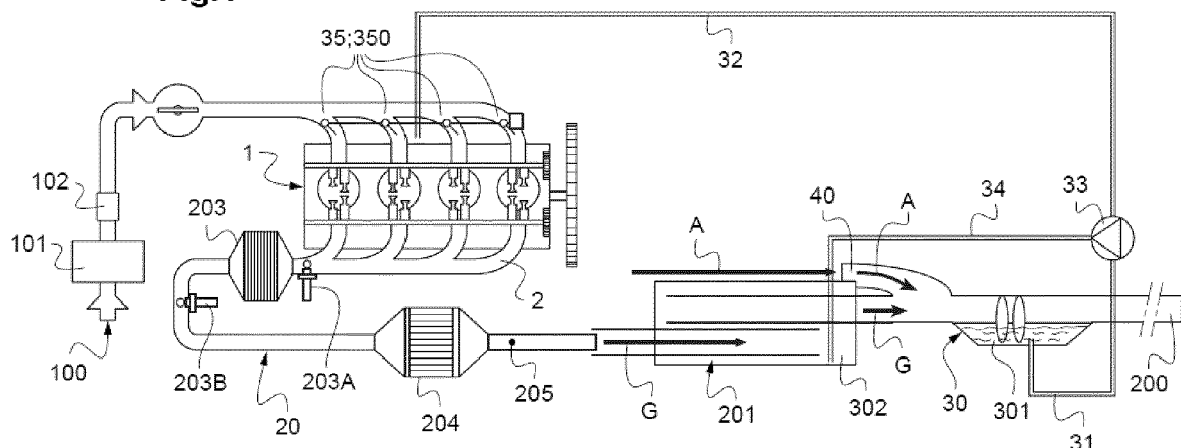
(30) Priorité: **28.06.2021 FR 2106910**

(54) **VÉHICULE AUTOMOBILE À MOTEUR À COMBUSTION INTERNE COMPORTANT UN SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION D'EAU DANS LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT**

(57) [Véhicule automobile (V, V') comprenant un système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement incluant un circuit d'alimentation du moteur (32, 35, 350) en eau récupérée, le ledit système comprenant :
- une chambre de condensation (30) d'un mélange enthalpique air extérieur/gaz d'échappement pour en extraire l'eau, disposée dans la ligne d'échappement en aval de la partie de post-traitement des gaz d'échappement,
- un système de captation et d'acheminement d'air extérieur (40, 40', 40'', 43, 44), ayant une connexion fluïdique avec la ligne d'échappement en aval de la partie de post-traitement des gaz d'échappement et en amont de

ladite chambre de condensation, et
- au moins deux réservoirs (301, 302) distincts pour le stockage de l'eau récupérée, l'un constituant un réservoir primaire (301) situé dans ou en aval de ladite chambre de condensation et qui fournit l'eau qui alimentera le moteur, et l'autre constituant un réservoir secondaire (302) situé en amont de la chambre de condensation, et
- des moyens de circulation (33) de l'eau récupérée permettant au moins une circulation de l'eau dudit réservoir primaire vers ledit réservoir secondaire et dudit réservoir primaire vers le circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée.

Fig.1



Description

[0001] [L'invention concerne un véhicule automobile comprenant un système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne par mélange enthalpique air/gaz d'échappement, avec stockage et gestion de l'eau extraite. Elle concerne aussi un procédé de récupération d'eau dans les gaz d'échappement passant dans la ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne, incluant l'alimentation du moteur en eau récupérée.

[0002] Les moteurs thermiques des véhicules automobiles, notamment ceux à essence à forte puissance spécifique, peuvent être limités d'une part par la tenue thermique des pièces constitutives du dispositif d'échappement évacuant les gaz de combustion, et d'autre part par l'apparition de cliquetis dans leurs chambres de combustion.

[0003] Une des voies connues permettant de résoudre ces problèmes, tout en conservant les performances de dépollution, est l'injection d'eau à l'admission d'air. En effet l'injection d'eau sous forme liquide n'apporte pas d'énergie supplémentaire à la combustion. L'eau injectée sous forme liquide ajoute de la capacité thermique massique (dite aussi chaleur massique ou chaleur spécifique) au mélange carburant/air d'admission, et sa chaleur latente de vaporisation (dite aussi enthalpie de vaporisation). Il en résulte une baisse de la température de combustion, ce qui est positif contre le cliquetis, et une baisse de la température des gaz d'échappement, ce qui est favorable à la tenue thermique des pièces constitutives du dispositif d'échappement.

[0004] Les systèmes d'injection d'eau existants fonctionnent majoritairement en étant rechargés par apport d'eau provenant du commerce via un remplissage d'un circuit d'alimentation dédié.

Ce mode de réalisation pose notamment les problèmes suivants :

- un compromis taille de réservoir / autonomie acceptable à trouver,
- le besoin d'un système de remplissage dédié,
- le besoin d'eau déminéralisée et la nécessité de faire la recharge du réservoir en eau déminéralisée régulièrement, avec intervention du conducteur ou d'un opérateur pour la recharge,
- le besoin de maintien de la qualité de l'eau dans le temps par un traitement adéquat contre le crouppissement,
- le besoin d'un système de dégel, pour un fonctionnement par temps froid.

[0005] Les inconvénients de ce type de système d'injection avec recharge d'eau est d'être contraignant pour l'utilisateur du véhicule car non-autonome, et d'être relativement coûteux (surcoût initial fort et un coût d'usage supplémentaire pour les recharges en eau déminéralisée), et ce pour un système qui au final ne sera pas

toujours disponible, ce qui de plus entraîne une perte de performance du moteur.

[0006] Comme autre solution connue, il a été proposé la récupération d'eau par assèchement de l'air extérieur par un système de climatisation. Son inconvénient majeur est d'être tributaire des conditions externes, par exemple en atmosphère sèche, ce système peut être limité voire inopérant.

[0007] Une autre solution de récupération d'eau a pu être envisagée par récupération de l'eau de pluie, mais elle présente aussi l'inconvénient majeur d'un manque de disponibilité d'eau à condenser pour une condition externe donnée, notamment en cas de sécheresse estivale ou en climats très froids et/ou désertiques.

[0008] Selon une autre solution, l'eau injectée est une eau récupérée dans les gaz d'échappement émis par un moteur thermique d'un véhicule automobile, suite à la combustion du carburant. Dans cette solution, on utilise un échangeur de chaleur, appelé aussi condenseur, directement dans le conduit des gaz d'échappement, pour condenser la vapeur d'eau que comprend lesdits gaz. Un tel système a par exemple été décrit dans la demande de brevet WO2017174254A1.

Ce type de système impose que le condenseur/refroidisseur soit lui-même alimenté en fluide froid. Indépendamment du coût élevé de ce dispositif, il présente donc l'inconvénient de rajouter des besoins de refroidissement supplémentaires et considérables sur des calandres déjà bien chargées en refroidisseurs (RAS (Refroidisseur Air Suralimentation) / Radiateur principal / Echangeur du système de climatisation / aérostat, etc.).

[0009] Tous ces systèmes d'injection d'eau dans le circuit de combustion présentent des inconvénients, notamment ceux énoncés précédemment, bien que ces systèmes aient montré de l'intérêt quel que soit le lieu d'adjonction d'eau, que ce soit directement dans la chambre de combustion ou que ce soit en amont de la chambre de combustion dans les conduits d'admission d'air.

[0010] L'invention vise à proposer un système pour injecter de l'eau dans un moteur, que ce soit directement dans la chambre de combustion ou que ce soit en amont de la chambre de combustion, dans les conduits d'admission d'air, qui ne présente pas, au moins en grande partie, les inconvénients des systèmes de l'art antérieur.

[0011] A cet effet, l'invention propose un véhicule automobile comprenant un groupe motopropulseur comportant au moins un moteur à combustion interne, une ligne d'échappement avec une partie comportant des moyens de post-traitement des gaz d'échappement produits par le moteur, un système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement incluant un circuit d'alimentation en eau récupérée du moteur, se caractérisant en ce que ledit système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement comprend :

- une chambre de condensation d'un mélange enthalpique air extérieur/gaz d'échappement pour en extraire l'eau, disposée sur la ligne d'échappement en

- aval de la partie de post-traitement des gaz d'échappement,
- un système de captation et d'acheminement d'air extérieur, ayant une connexion fluïdique avec la ligne d'échappement en aval de la partie de post-traitement des gaz d'échappement et en amont de ladite chambre de condensation, et
 - au moins deux réservoirs distincts pour le stockage de l'eau récupérée, l'un constituant un réservoir primaire situé dans ou en aval de ladite chambre de condensation et qui fournit l'eau qui alimentera le moteur, et l'autre constituant un réservoir secondaire situé en amont de la chambre de condensation, et
 - des moyens de circulation de l'eau récupérée permettant au moins une circulation de l'eau dudit réservoir primaire vers ledit réservoir secondaire et dudit réservoir primaire vers le circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée.

[0012] Les notions d' « amont » et d' « aval » sont relatives au sens de circulation des gaz d'échappement dans la ligne d'échappement et la chambre de condensation, les gaz circulant de la sortie de la chambre de combustion du moteur vers l'extrémité ouverte du tuyau d'échappement expulsant lesdits gaz (en général vers l'arrière du véhicule).

[0013] Le groupe motopropulseur comporte au moins un moteur à combustion interne, qui peut être atmosphérique ou turbocompressé (suralimenté), assisté(s) ou non par des moteurs électriques. En outre un ou plusieurs calculateurs peuvent permettre de faire fonctionner l'ensemble du groupe motopropulseur.

[0014] Les moyens de post-traitement des gaz d'échappement produits par le moteur, résultant de la combustion du mélange carburant / air d'admission, peuvent comprendre un convertisseur catalytique pour dépolluer les gaz d'échappement et de préférence aussi un filtre à particules pour traiter les particules fines présentes dans les gaz d'échappement.

[0015] L'apport d'air extérieur qui est à une température fraîche, beaucoup plus basse que celle des gaz d'échappement qui sont chauds, permet d'effectuer/contrôler le mélange gazeux enthalpique comme expliqué plus loin en détails lors de la description des exemples et des dessins.

[0016] Le circuit d'alimentation du moteur, en eau récupérée, peut comprendre des moyens d'introduction d'eau récupérée dans le moteur tels que un ou plusieurs injecteurs, par exemple une rampe d'injecteurs.

[0017] Selon un mode avantageux de l'invention, ledit réservoir secondaire a une contenance supérieure à celle du réservoir primaire, afin de pouvoir y transvaser au moins l'intégralité de l'eau contenue dans le réservoir primaire. En outre il doit être de préférence insensible à la solidification de l'eau. De plus, ledit réservoir secondaire, dit aussi « réservoir chaud », doit être dans une zone chaude de sorte qu'il y règne des températures suffisantes pour permettre la liquéfaction et l'évaporation

de l'eau qu'il contient. Il est de préférence situé dans une partie chaude de la ligne d'échappement en roulage (du véhicule). Ainsi ce réservoir secondaire permet au moins de vidanger l'eau accumulée dans ledit réservoir primaire, dit aussi « réservoir froid », notamment en fin de roulage de manière à éviter le problème de la gestion du gel dans ledit réservoir froid, et il peut aussi éviter le crouppissement de l'eau récupérée.

[0018] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la ligne d'échappement comprend un silencieux, et ledit silencieux constitue ledit réservoir secondaire.

[0019] De préférence selon l'invention, ledit système de récupération d'eau comprend une pompe à eau permettant au moins la circulation de l'eau récupérée du réservoir primaire vers le réservoir secondaire et aussi du réservoir primaire vers le circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée.

[0020] Avantageusement selon l'invention, ledit système de récupération d'eau comprend des moyens de circulation de l'eau récupérée permettant une circulation de l'eau à double sens entre ledit réservoir primaire et ledit réservoir secondaire. Avantageusement aussi ledit système comprend des moyens de circulation de l'eau récupérée permettant une circulation de l'eau à double sens entre ledit réservoir primaire et le circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée, afin de pouvoir vidanger le circuit si besoin. En particulier lesdits moyens permettant cette circulation à double sens comportent une pompe à eau auto-amorçable.

[0021] La chambre de condensation est destinée à recevoir le mélange des gaz d'échappement et de l'air frais. C'est le lieu où se situe la réaction de condensation du mélange ainsi formé. De préférence selon l'invention, ladite chambre de condensation comprend au moins un support de condensation métallique, permettant de favoriser la condensation de l'eau contenue dans les gaz par la formation de gouttelettes sur ses parois métalliques froides, par exemple une ou plusieurs grilles métalliques à maille fine.

[0022] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, ledit système de récupération d'eau comprend un mélangeur en aval de la connexion du système de captation et d'acheminement d'air extérieur à la ligne d'échappement et en amont de la chambre de condensation, pour homogénéiser les gaz d'échappement et l'air extérieur formant le mélange enthalpique qui va entrer dans la chambre de condensation.

[0023] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, ledit système de captation et d'acheminement d'air extérieur comprend un moyen de contrôle du débit du flux d'air extérieur se mélangeant aux gaz d'échappement, par exemple une vanne pilotable.

[0024] En particulier ledit système de captation et d'acheminement d'air extérieur comprend une écope, et le cas échéant l'écope est équipée d'un moyen de contrôle du débit du flux d'air extérieur se mélangeant aux gaz d'échappement, par exemple une vanne pilotable.

[0025] Selon un autre mode de réalisation particulier

de l'invention, ledit système de captation et d'acheminement d'air extérieur comprend une pompe à air permettant l'apport d'air et le contrôle du débit du flux d'air extérieur se mélangeant aux gaz d'échappement. Avantageusement cette pompe à air peut être pilotée électriquement, afin de pouvoir générer un mélange enthalpique même si le véhicule ne roule pas, le moteur étant en marche, ou roule à faibles vitesses.

[0026] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, ledit système de récupération de l'eau comprend un moyen de contrôle du débit du flux de gaz d'échappement se mélangeant à l'air extérieur pour former le mélange enthalpique. Autrement dit ledit système comprend un by-pass, par exemple une vanne pilotable.

[0027] De préférence ledit système comprend des moyens de gestion de la production d'eau, permettant d'ajuster la quantité d'eau produite à la demande, notamment en fonction des conditions météorologiques (températures, hygrométrie) et/ou du type de parcours du véhicule, et/ou de la formulation du carburant utilisé, et de superviser la quantité d'eau minimale d'eau à conserver en réserve dans le réservoir primaire.

[0028] En particulier, ledit système comprend un superviseur d'une quantité d'eau minimale constituant une réserve d'eau dans le réservoir primaire, en liaison avec un modèle de production d'eau, en particulier en fonction de paramètres relatifs aux conditions météorologiques, et/ou aux caractéristiques du carburant et/ou de l'air d'admission et/ou des gaz d'échappement et/ou de l'air extérieur formant le mélange enthalpique, et/ou du profil routier que parcourt le véhicule

[0029] En particulier, le système de récupération d'eau selon l'invention comprend des capteurs, des sondes, des calculateurs et le cas échéant des moyens de communication avec ou sans fils nécessaires à son fonctionnement. En particulier les divers éléments pilotables peuvent être pilotés par des calculateurs dédiés ou par ceux du groupe motopropulseur.

[0030] L'invention concerne aussi un procédé de récupération d'eau dans les gaz d'échappement passant dans la ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne, comprenant les étapes suivantes :

- mélanger les gaz d'échappement émis par le moteur à de l'air extérieur pour former un mélange enthalpique, ledit air extérieur étant apporté par un système de captation et d'acheminement d'air extérieur en connexion fluide avec la ligne d'échappement en aval des éléments de post-traitement (et assez loin pour profiter des échanges thermiques qui ont lieu lors du cheminement des gaz d'échappement dans la ligne), et en amont d'une chambre de condensation, puis
- acheminer et condenser ledit mélange enthalpique air extérieur /gaz d'échappement dans une chambre de condensation pour en extraire l'eau par condensation sur des supports de condensation, ladite chambre étant disposée sur la ligne d'échappement

en aval d'une partie chaude de ladite ligne d'échappement, et

- récupérer l'eau ainsi condensée dans un réservoir primaire, situé dans ou en aval de ladite chambre de condensation, reliée au circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée afin d'alimenter en eau récupérée ledit moteur (par injection de l'eau dans le moteur),
- vidanger, en particulier par pompage, en fonction d'une réserve d'eau donnée conservée dans le réservoir primaire, ou en totalité si nécessaire, dudit réservoir primaire vers un réservoir secondaire situé en amont de la chambre de condensation, et avant la connexion entre le système de captation et d'acheminement de l'air extérieur et la ligne d'échappement, selon des événements programmés ou détectés, notamment périodiquement lors d'arrêts du moteur ou en fin d'utilisation du moteur, ou lorsque l'eau est restée pendant un temps donné dans le réservoir primaire (contre le risque de croupissement), ou en cas de risque de gel de l'eau dans le réservoir primaire.

[0031] On entend par le fait que la chambre de condensation est disposée sur la ligne d'échappement en aval d'une partie chaude de ladite ligne d'échappement que la chambre est située en aval de la partie de post-traitement des gaz, et suffisamment loin pour bénéficier d'un refroidissement « naturel » des gaz d'échappement.

[0032] En particulier ledit procédé comprend l'étape suivante : vérifier la quantité d'eau disponible dans le réservoir primaire précédemment au ou au cours du démarrage du moteur, et si la quantité est nulle ou insuffisante par rapport à une quantité estimée nécessaire, pomper l'eau du réservoir secondaire vers le réservoir primaire.

[0033] En particulier ledit procédé comprend l'étape : surveiller le taux de renouvellement de l'eau dans le réservoir primaire, et si ce taux est inférieur à un taux donné (fixé par exemple par le constructeur ou une norme, et bien avant que les conditions d'altération de l'eau ne surviennent), lors des prochaines utilisations du moteur, par exemple lors des roulages du véhicule comprenant ledit moteur, acheminer l'eau du réservoir froid vers le réservoir chaud de manière à ce que cette eau se vaporise de nouveau et soit évacuée à l'atmosphère et/ou recondensée.

[0034] En particulier ledit procédé comprend l'étape : gérer la production d'eau récupérée en contrôlant le débit de l'air extérieur et/ou le débit des gaz d'échappement avant la connexion entre le système de captation et d'acheminement de l'air extérieur et la ligne d'échappement, par exemple par pilotage de vannes pilotables, ou dans le cas de l'air en pompant l'air extérieur avec une pompe à air contrôlable, en particulier une pompe à air électrique. En particulier on détermine la consigne de débit d'air extérieur et la consigne de débit des gaz d'échappement à partir du débit d'eau souhaité en ap-

pliquant un modèle de production d'eau inversée, et par application de vecteurs de couples débit des gaz d'échappement / consigne de débit d'air extérieur possibles, et par minimisation de la fonction coût en dioxyde de carbone

[0035] En particulier dans ledit procédé, la production d'eau récupérée est gérée selon un modèle de production de l'eau par apprentissage correctif, en particulier pour établir la réserve d'eau nécessaire à avoir dans le réservoir primaire.

[0036] Le procédé de récupération d'eau dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne ainsi décrit s'applique en particulier au fonctionnement du véhicule automobile comprenant le système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement décrit précédemment.

[0037] D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite ci-après d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés.

[Fig. 1] illustre schématiquement un système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne alimentant en eau récupérée ledit moteur conformément à l'invention.

[Fig. 2] illustre schématiquement en vue de dessous, un véhicule automobile comprenant un système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne conformément à l'invention.

[Fig. 3] illustre schématiquement en vue de dessous, un véhicule automobile comprenant un système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne conformément à l'invention.

[Fig. 4] illustre un schéma synoptique d'une stratégie de contrôle de la mise en œuvre du système de récupération d'eau du véhicule illustré en figure 2.

[0038] Les orientations exprimées dans la description des figures sont données en référence à un repère orthonormé classique XYZ du véhicule dans lequel X représente la direction longitudinale avant-arrière du véhicule, orientée vers l'arrière, Y la direction transversale du véhicule, orientée vers la droite, et Z la direction verticale orientée vers le haut du véhicule.

[0039] Des références identiques pourront être utilisées d'une figure à l'autre pour désigner des éléments identiques ou similaires.

[0040] La figure 1 illustre schématiquement un système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne avec stockage de l'eau extraite pour alimenter en eau récupérée ledit moteur conformément à l'invention.

[0041] Les figures 2 et 3 illustrent schématiquement un véhicule automobile V, V' en vue dessous dont les quatre roues R1, R2, R3, R4 sont représentées, le système de récupération d'eau comprenant des variantes sur un apport d'air extérieur.

[0042] Un groupe motopropulseur comportant au moins un moteur à combustion interne 1, qui peut être atmosphérique ou turbocompressé (suralimenté), assisté(s) ou non par des moteurs électriques. Selon l'exemple le moteur comprend quatre cylindres alimentés en air frais par un dispositif d'admission d'air comprenant une entrée d'air 100 passant dans un filtre à air 101, un débitmètre 102 pour se mêler au carburant, le mélange étant brûlé dans la chambre de combustion 10.

[0043] En sortie de la chambre de combustion du mélange carburant /air, un groupe de collecteurs d'échappement 2 solidarisés respectivement aux culasses du moteur, recueillent et dirigent les gaz brûlés vers la ligne d'échappement. Selon l'exemple, la ligne d'échappement 20 comprend un tuyau d'échappement pour conduire les gaz d'échappement vers la sortie 200, la ligne comprenant sur le parcours des gaz un système de post-traitement permettant de traiter les effluents gazeux ainsi que les particules, produits par le moteur à combustion interne se composant d'une sonde à oxygène amont 203A puis un convertisseur catalytique 203 dépolluants les effluents de certains composés, suivi d'une sonde à oxygène aval 203 B, un filtre à particules 204, un capteur de température des gaz d'échappement 205. La ligne d'échappement comprend aussi un silencieux 201 pour atténuer les bruits générés par les gaz d'échappement.

[0044] Conformément à l'invention, un système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement est installé sur la ligne d'échappement en aval du post-traitement des gaz et en amont de la sortie des gaz d'échappement expulsant lesdits gaz à l'arrière du véhicule.

[0045] Ledit système de récupération d'eau comprend un dispositif de captation et d'acheminement de l'air extérieur, une chambre de condensation d'un mélange enthalpique air/gaz d'échappement, des moyens de gestion de l'eau extraite comprenant des réservoirs de stockage de l'eau extraite et des circuits de circulation de l'eau extraite avec une pompe à eau.

[0046] Selon l'exemple, ledit système de récupération d'eau est situé entre l'arrivée des gaz d'échappement (flèche G) dans le silencieux 201 et la sortie des gaz d'échappement 200.

[0047] Ce système de récupération d'eau, selon l'exemple illustré en figure 1, comprend une écope 40 formant une prise d'air pour la captation et l'acheminement de l'air extérieur (flèche A), capté en roulage du véhicule. Elle est connectée au tuyau d'échappement, la jonction fluide se situant en aval du post-traitement des gaz, selon l'exemple en sortie du silencieux 201, permettant un apport d'air frais (flèche A) qui se mélange aux gaz d'échappement chauds (flèche G). Avantagusement cette jonction se fera le plus loin possible de la sortie du moteur et après le post-traitement des gaz car

le mélange doit se faire avec des gaz déjà épurés de leurs polluants et suffisamment loin pour bénéficier d'un refroidissement « naturel » des gaz d'échappement; en effet se faisant les gaz d'échappement purifiés auront déjà été partiellement refroidis par les échanges thermiques entre la ligne d'échappement et l'extérieur. De plus la contre-pression échappement est très faible en bout de ligne, il est d'autant plus aisé d'y introduire de l'air cheminant depuis l'écope (captant de l'air dans une zone en surpression lorsque le véhicule roule).

[0048] De manière basique ladite écope est un tube coudé ouvert en son extrémité libre pour capter l'air en roulage suivant une partie tubulaire orientée selon l'axe longitudinal X du véhicule, et son autre extrémité ouverte, après le coude du tube, est connectée de manière débouchante dans le tuyau d'échappement, avant le mélangeur.

[0049] En variante telle qu'illustrée par la figure 2, l'écope 40' possède un volet 43 tel qu'une vanne pilotable pour moduler le débit d'air frais à destination de la chambre de condensation. L'écope est un tube comprenant une partie droite (selon la direction X) ouverte en chaque extrémité dans lequel entre l'air en roulage et une partie tubulaire de jonction avec le tuyau d'échappement dans lequel circule l'air (flèche A1). Le volet module le flux d'air entrant (flèche A) en un premier flux d'air (flèche A1) qui est dirigé par la partie tubulaire de jonction vers le tuyau d'échappement, avant le mélangeur, pour se mélanger aux gaz d'échappement, et en un flux d'air (flèche A2) qui ressort de l'écope en l'extrémité de la partie droite. Le volet possède l'intérêt de minimiser la traînée (coefficient Cx) supplémentaire due à l'écope lorsque la quantité d'eau à produire est faible ou nulle. En effet, lorsque le volet d'écope est ouvert, la traînée de l'écope se résume alors à celle d'un tube, partie droite, dont l'axe est dans l'axe longitudinal X du véhicule, et étant alors ouvert en ses deux extrémités, il génère une traînée très faible.

[0050] Selon une autre variante telle qu'illustrée en figure 3, la captation en air frais peut être assurée par une pompe à air 44, prélevant directement l'air extérieur (flèche A), et ledit air pompé A' est acheminé par un conduit coopérant avec la pompe à air, vers le tuyau d'échappement, en un point similaire au point de jonction que celui décrit ci-dessus pour les écopas, avant le mélangeur. Cette pompe peut être pilotée électriquement, ce qui présente l'avantage de pouvoir générer un mélange enthalpique même quand le véhicule ne roule pas (le moteur tournant) ou est à faible vitesse. Dans le cas de la pompe à air aussi, la jonction doit se situer le plus loin possible du moteur. La contre-pression échappement à vaincre sera ainsi minimisée.

[0051] Dans une disposition particulière telle qu'illustrée par la figure 2 ou la figure 3, ledit système de récupération d'eau comprend un by-pass des gaz d'échappement, constitué selon l'exemple d'une vanne 23 de pilotage du débit des gaz d'échappement (flèche G) sortant du silencieux 201. Ce by-pass est situé en aval du silencieux, et en amont de la jonction au point d'introduc-

tion d'air frais, avant le mélangeur 4, et par conséquent en amont de la chambre de condensation 30. Cette configuration a pour but de faciliter la condensation de l'eau contenu dans le mélange enthalpique en ne prélevant qu'une partie des gaz d'échappement (flèche G1) pour l'adapter aux capacités des moyens à condenser l'eau, l'autre partie des gaz (flèche G2) étant par exemple évacuée par un tuyau 22 dont la sortie 220 débouche à l'arrière du véhicule. Cela peut s'avérer avantageux dans des conditions de roulage où le débit d'air frais ne serait pas suffisant pour amener l'ensemble des gaz d'échappement sous le point de condensation. L'exemple typique ici dans lequel ce by-pass peut être utile est celui d'un véhicule dans une montée de forte pente, par exemple la montée de col, le moteur étant très sollicité, température et débit des gaz d'échappement seront élevés avec une vitesse véhicule faible, ce qui limite le débit d'air frais forcé par l'écope (figure 2).

[0052] Le système de récupération d'eau comprend une chambre de condensation 30 comportant des supports de condensation 300, constitués selon l'exemple par des grilles métalliques à maille fine, permettant de favoriser la condensation de l'eau contenue dans les gaz par la formation de gouttelettes sur les parois métalliques froides. Ces supports de condensation ne doivent générer qu'une très faible contrepression pour ne pas pénaliser le fonctionnement nominal du moteur.

[0053] Les grilles sont disposées droites ou inclinées pour favoriser l'écoulement des gouttelettes d'eau.

[0054] L'air extérieur entrant (flèche A, A') dans le dispositif de captation et d'acheminement de l'air extérieur 40, 40' ; 40" passe dans un mélangeur 4, situé en amont de la chambre de condensation 30, avec les gaz d'échappement chauds sortant du silencieux 201 pour homogénéiser ledit mélange et former un mélange enthalpique air frais/gaz chauds conduisant à la réaction de condensation de l'eau contenue sous forme vapeur dans les gaz d'échappement chauds dans la chambre de condensation. Les gouttelettes d'eau ainsi formées dans la chambre de condensation s'écoulent le long des grilles de condensation et s'accumulent dans ladite chambre qui forme selon cet exemple le réservoir de stockage primaire 301, dit aussi « réservoir froid », pour récupérer sous forme liquide, l'eau vapeur extraite des gaz d'échappement.

[0055] En variante non représentée, le réservoir de stockage primaire peut être distinct de la chambre de condensation, il est situé en aval de ladite chambre.

[0056] En outre ledit système de récupération d'eau comprend un système de gestion de l'eau extraite sous forme liquide dans ledit réservoir de stockage primaire 301. Ledit système de gestion comprend un circuit reliant ledit réservoir primaire 301 et une pompe à eau 33, et ladite pompe étant reliée d'une part au circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée 32, et d'autre part à un circuit de retour d'eau récupérée 34, dit aussi circuit de fin de mission, vers un réservoir de stockage secondaire 302 situé en amont de la chambre de condensation. Ce réservoir secondaire, dit « réservoir chaud », est

constitué selon l'exemple par le silencieux, plus précisément par l'enveloppe du silencieux.

Comme illustré en figure 1, le circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée 32 se termine par une rampe d'injection 35 muni d'injecteurs 350 afin d'injecter l'eau dans le circuit d'admission d'air au niveau du moteur (un injecteur par cylindre).

[0057] En variante l'injection de l'eau dans le moteur peut se faire directement dans la chambre de combustion.

[0058] Le réservoir de stockage secondaire 302 est un réservoir dans lequel jusqu'à l'intégralité de l'eau contenue dans le réservoir primaire pourra être déversée. De fait, sa contenance doit être supérieure à celle du réservoir primaire, d'autant que l'eau pourra y geler. Il doit être insensible à la solidification de l'eau, autrement dit il ne doit pas être sensible à l'eau gelée, il ne doit pas se fissurer, se déchirer voire ni même se déformer au passage de l'eau de l'état liquide à solide. En conditions de roulage du véhicule, il doit y régner des températures suffisamment élevées pour permettre la liquéfaction et l'évaporation de l'eau. Ainsi ce réservoir chaud permet de vider l'eau accumulée dans le réservoir froid en fin de roulage de manière à éviter le problème de la gestion du gel dans le réservoir froid. Cette vidange du réservoir froid, en fin de mission, permet de rendre le système opérationnel rapidement avec de l'eau produite en début de mission (pas besoin d'attendre le dégel d'eau produite au cours des roulages précédents).

[0059] La vidange du réservoir primaire en fin de mission ne doit pas s'effectuer dans l'environnement immédiat du véhicule, pour ne pas risquer de former une plaque de givre sur la chaussée. C'est pourquoi, le volume d'eau stocké dans le réservoir primaire sera reversé en amont de la chambre de condensation 30, dans le « réservoir chaud », le silencieux selon l'exemple, où l'eau ainsi déversée pourra geler sans risque.

[0060] En outre ce transvasement de l'eau du réservoir primaire vers le réservoir secondaire chaud évite le crouppissement de l'eau extraite, car l'eau sera ensuite vaporisée du fait des températures qui y règnent lorsque le moteur fonctionne, et passera dans les gaz d'échappement chaud pour être condensée et/ou expulsée.

[0061] La pompe à eau 33 permet d'alimenter en eau récupérée le circuit d'alimentation du moteur par l'eau ainsi produite, depuis le réservoir primaire vers son lieu d'introduction dans le moteur, et aussi de vider cette eau accumulée en fin de roulage, éventuellement en cours de roulage, du réservoir primaire vers le réservoir secondaire.

[0062] En outre cette pompe est de préférence auto-amorçable pour être apte à agir en refoulement/pompage afin de pouvoir aussi vider le circuit d'alimentation du moteur pour se prémunir du gel si nécessaire, et permettre le transit de l'eau dans les deux sens entre le réservoir secondaire et le réservoir primaire.

[0063] La figure 4 représente un schéma synoptique d'une stratégie de mise en œuvre et de contrôle d'une

configuration similaire à celle selon la configuration selon la figure 2.

[0064] En phase initiale (ligne 50) relative aux événements précédant le démarrage du moteur ou peu de temps après celui-ci, un contrôle du volume d'eau nécessaire est présent dans le réservoir primaire (bloc 501), si non le système vérifie si de l'eau est récupérable dans le réservoir secondaire (bloc 502). Si oui, le système en phase de roulage (ligne 51) vérifie l'état de la pompe 33 du système (blocs 512, 513, 516), et si c'est correct, le superviseur de production demande la quantité d'eau nécessaire pour le maintien de réserve d'eau pour le réservoir primaire (bloc 518) et le modèle de production d'eau s'active (bloc 520), et quand le niveau d'eau requis est atteint (bloc 522) l'injection d'eau dans le moteur est possible (bloc 524). Si le niveau d'eau requis n'est pas atteint, le système est temporairement indisponible (bloc 515), et les performances du moteur sont limitées (bloc 519). De même quand le volume d'eau récupérable dans le réservoir secondaire (bloc 502) n'est pas disponible au départ, si la réserve d'eau se constitue en roulage (bloc 511) de manière suffisante, le système rejoint le cycle de contrôle normal (bloc 512), sinon il passe en attente de conformité à la prédiction du modèle de production d'eau (bloc 513), et si c'est positif il retourne au bloc 511, alors que si c'est négatif un diagnostic de défaillance est activé (bloc 517) et les performances du moteur sont limitées jusqu'à réparation (bloc 521).

En fin de roulage ou au cours d'arrêt du véhicule (ligne 53), le système vérifie si un risque de gel est détecté ou si l'eau est stockée depuis plus longtemps que requis dans le réservoir primaire (bloc 530), et si oui, le système ordonne la vidange du réservoir primaire vers le secondaire et la vidange de la pompe et des tuyaux des circuits (bloc 531), si non l'extinction du calculateur est autorisée (bloc 532).

[0065] Une stratégie d'adaptation du système en pilotant les leviers d'action (actionneurs) est établie, selon les cas d'usage, dans le but :

- de maximiser la production d'eau selon les conditions externes subies (Température des gaz d'échappement, débit des gaz d'échappement, hygrométrie, vitesse véhicule, température d'air frais),
- de minimiser l'impact du système sur la traînée (Cx) lorsque la récupération d'eau dans l'échappement n'est plus souhaitable (réserve d'eau pleine). En effet la présence d'une écope supplémentaire dans le flux d'air d'écoulement autour du véhicule peut pénaliser la traînée aérodynamique du véhicule,
- de minimiser la consommation électrique du véhicule si l'acheminement d'air est assuré par une pompe électrique ,
- de minimiser la perte de rendement liée à l'augmentation de la contre-pression d'échappement lorsque la production d'eau n'est pas nécessaire,
- de refroidir la chambre de condensation ainsi que ses éléments constitutifs en ouvrant l'écope et en

déviant les gaz d'échappement pour qu'ils ne passent pas dans la chambre de condensation, ceci permettant ponctuellement de refroidir la chambre de condensation afin de favoriser la condensation ultérieurement.

[0066] Dans une configuration particulière, une mesure directe du vent relatif ; par anémomètre, sonde Pitot, ou indirecte par analyse de l'effort de traînée à vitesse constante etc... permet d'affiner la consigne d'ouverture pour obtenir un débit d'air frais cible.

[0067] Dans une configuration particulière, la mesure directe du débit d'air permet d'asservir l'ouverture de la vanne d'écope à un débit d'air frais cible. Cette mesure de débit peut être faite au moyen d'un débitmètre physique ou par une corrélation du débit à la contrepression mesurée aux bornes de la vanne de pilotage par exemple.

[0068] Un superviseur de la réserve en eau émet les besoins de production d'eau, en mg/s par exemple, cette demande est établie en prenant en compte la quantité consommée, le stock et éventuellement une quantité prévisionnelle basée sur les informations du trajet, les habitudes du conducteur etc...

[0069] La quantité d'eau à extraire est déduite notamment à partir des informations suivantes, température et débit des gaz d'échappement à mélanger (ou consigne si pilotage via une vanne), richesse du carburant, formulation du carburant, température et débit d'air extérieur (ou consigne si pilotage via une écope relevable), hygrométrie.

[0070] Le niveau d'eau réellement produit peut être mesuré directement par une jauge électronique, ou par vidange périodique forcée avec mesure de la quantité injectée par les injecteurs. La connaissance de l'écart éventuel entre la prédiction d'eau produite et l'eau réellement produite permet d'apprendre et de recalibrer l'état réel du système par :

- la formulation du carburant utilisé (Rapport C/H/O),
- la fonction de transfert entre la surface efficace de l'écope et la production d'eau
- la fonction de transfert entre l'ouverture de la vanne des gaz d'échappement et la production d'eau,
- le recalage de la fonction de transfert Hygrométrie de l'air / quantité d'eau produite.

[0071] Ces recalages permettent de rendre le système robuste à la dispersion de production d'eau, des changements d'environnement, de changement de carburant etc...

[0072] Afin de rendre le recalage plus précis, celui-ci peut venir modifier l'impact d'un paramètre particulier suite à un événement précis :

- recalibrer le paramètre lié à la formulation carburant juste après un remplissage du réservoir d'essence,
- recalibrer les autres paramètres lorsque l'hygrométrie

est à 0 (dans le cas de températures extérieures très froides par exemple),

- fermer le bypass des gaz d'échappement pour recalibrer la fonction de transfert Débit de gaz frais = f(Ouverture de vanne écope ; vent relatif).

[0073] Si l'écart entre la production de l'eau et l'état réel du système est au-delà d'un seuil, un défaut de fonctionnement peut être suspecté.

[0074] En conditions normales, le superviseur de réserve d'eau fonctionne comme expliqué ci-après.

[0075] En début de mission, le moteur est froid, le réservoir « froid » est vide. De l'eau se forme rapidement dès le démarrage moteur, se condensant au contact de la ligne d'échappement, froide à cet instant

L'eau ainsi accumulée forme un premier volume de réserve. Celle-ci est estimée en fonction des conditions de démarrage et en fonction du temps (Température extérieure, Température d'eau moteur (« coolant »), Température dans la ligne d'échappement, Température des gaz d'échappement, Débit massique des gaz d'échappement (Qech)), Richesse dans le cadre du moteur diesel (pour le moteur essence, elle est constante, oscillant légèrement autour de 1).

[0076] Après cette phase initiale, vient la phase de gestion, où l'eau est produite en fonction de la demande afin de garder un stock d'eau défini de manière à éviter une rupture d'alimentation du moteur en eau durant le roulage :

- si la demande d'injection d'eau est nulle, et que le réservoir d'eau injectable a atteint son niveau de consigne, l'écope est fermée ou masquée par une pièce constitutive du véhicule (silencieux, traverse, ou toute autre pièce pouvant faire office de masque ...) afin de ne pas pénaliser le coefficient de traînée du véhicule couramment appelé Cx. Si le bypass des gaz d'échappement est présent, il sera mis dans sa configuration qui minimise la contre pression d'échappement.
- si la demande de production d'eau est nécessaire, le superviseur émet la quantité d'eau à produire, les leviers pour atteindre cette consigne sont alors, et/ou :

- de faire varier la surface efficace de l'écope (celle-ci étant à moduler en fonction de la vitesse du véhicule, de l'hygrométrie de l'air et de la température extérieure),

- de prélever une partie plus ou moins importante des gaz d'échappement (à moduler en fonction du débit massique des gaz, de leur température),

Ces leviers sont actionnés par le modèle de production d'eau. Comme évoqué ci-dessus, pour affiner la prédiction du modèle, un bouclage permet de confronter la prévision de production à la production réelle. Le modèle de production

est donc recalé par itération corrective. Cette adaptation permet de recalculer les paramètres décrits ci-dessus.

[0077] Le superviseur de réserve d'eau vise à maintenir un niveau d'eau tampon permettant de faire face à l'imprévu. C'est le niveau de réserve à atteindre, jugé optimal.

Une fois ce stock d'eau préalable constitué, le superviseur a pour but de maintenir ce niveau en émettant au modèle de production d'eau une consigne permettant de compenser exactement la consommation en eau du moteur. Cependant, le superviseur peut aussi prendre en compte un aspect prévision d'utilisation couplé à la connaissance du profil de roulage (données géographique par GPS) et du profil d'usage client. Il s'agit ici de répondre à des cas d'usages difficiles tels que la production d'eau à faible vitesse d'un véhicule sous forte charge (par exemple dans le cas d'une montée de col), ou à minimiser la production temporairement si des conditions plus favorables pour la production d'eau sont imminentes (par exemple dans le cas de la descente de col). Cette prévision permet donc de sécuriser l'approvisionnement en eau et de produire de l'eau à moindre coût environnemental, notamment en dioxyde de carbone (CO₂) si les conditions de roulage à venir le permettent.

[0078] Dans le cas d'une configuration ayant deux bras de levier (air extérieur, gaz d'échappement), on peut choisir le meilleur couple consigne de débit de gaz échappement/ consigne d'air frais permettant de produire la quantité d'eau souhaitée en utilisant une fonction permettant de minimiser le coût CO₂.

[0079] Une fois le roulage effectué, l'eau maintenue sous forme liquide est gardée dans le réservoir froid. Ceci afin que le système soit prêt si le conducteur reprend son véhicule peu de temps après.

Passé un temps suffisamment long, ou si le risque de gel se fait sentir, le réservoir froid est vidangé dans le réservoir chaud.

Dans un mode de réalisation particulier, si les conditions le permettent (températures extérieures chaudes (Text >> 0°C) par exemple ou pas de risque de givre), il sera possible de réaspirer l'eau stockée dans le réservoir chaud pour la remettre dans le réservoir froid utilisé pour le circuit d'injection.

Une stratégie de surveillance de la qualité de l'eau permet de prévenir les cas pour lesquels un usager ne rencontre que très rarement les conditions qui requièrent l'injection d'eau dans le moteur. En effet si la consommation d'eau est très faible, cette dernière pourrait ne jamais être renouvelée avec le risque de s'altérer, de s'acidifier, ou de se charger en particules métalliques, en suies ou autres matières carbonées, ce qui pourrait avoir des conséquences néfastes pour le moteur ou le système d'injection d'eau.

Afin d'éviter que cela n'arrive, une surveillance du taux de renouvellement est mise en place.

Si ce taux est jugé trop faible, et bien avant que les con-

ditions d'altération ne surviennent, l'action suivante est entreprise :

- lors des prochains roulages, l'eau du réservoir froid sera acheminée vers le réservoir chaud de manière à ce qu'elle se vaporise de nouveau et qu'elle soit évacuée à l'atmosphère ou recondensée. Cette action a donc pour effet de forcer le taux de renouvellement de l'eau, de manière transparente pour l'utilisateur.

[0080] Cette gestion dynamique de la qualité de l'eau, possible grâce au dispositif de vidange du réservoir froid, est un des grands avantages de cette invention ; alors que dans le cas de la recharge externe en eau des systèmes de purification de l'eau doivent être prévus.

[0081] Cette invention présente, l'avantage d'être autonome (sans intervention humaine) et de présenter la meilleure disponibilité de la fonction d'injecter de l'eau dans le moteur en éliminant par exemple le risque de non disponibilité du système en cas de non recharge du réservoir en eau.

[0082] Par rapport aux solutions antérieures avec échangeur thermique, le système selon l'invention présente l'avantage d'être économique (pas de coût d'un échangeur, avec des besoins de refroidissement importants) et d'avoir une mise en œuvre facile, notamment car il ne nécessite pas de besoin de refroidissement supplémentaire en face avant du véhicule.

[0083] La réactivité du système selon l'invention et sa capacité à réguler la quantité d'eau produite permet de faciliter le stockage d'eau. La stratégie de pilotage de la production et de la gestion de l'eau permet de ne récupérer que le volume d'eau strictement nécessaire dans la ligne d'échappement. Elle limite ainsi la trainée induite par l'écope, ou la contre-pression échappement nécessaire au prélèvement du flux adéquat.

[0084] La gestion de l'eau et notamment le système de vidange en amont de la chambre de condensation en fin de roulage permet de prémunir d'un nonfonctionnement dans le cas d'usage du démarrage en conditions très froides (Text << 0°C).

45 Revendications

1. Véhicule automobile (V, V') comprenant un groupe motopropulseur comportant au moins un moteur à combustion interne (1), une ligne d'échappement (20) avec une partie comportant des moyens de post-traitement (203, 204, 201) des gaz d'échappement produits par le moteur, un système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement incluant un circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée (32, 35, 350), **se caractérisant en ce que** ledit système de récupération d'eau dans les gaz d'échappement comprend :

- une chambre de condensation (30) d'un mélange enthalpique air extérieur/gaz d'échappement pour en extraire l'eau, disposée dans la ligne d'échappement en aval de la partie de post-traitement des gaz d'échappement, 5
 - un système de captation et d'acheminement d'air extérieur (40, 40', 40'', 43, 44), ayant une connexion fluide avec la ligne d'échappement en aval de la partie de post-traitement des gaz d'échappement et en amont de ladite chambre de condensation, et 10
 - au moins deux réservoirs (301, 302) distincts pour le stockage de l'eau récupérée, l'un constituant un réservoir primaire (301) situé dans ou en aval de ladite chambre de condensation et qui fournit l'eau qui alimentera le moteur, et l'autre constituant un réservoir secondaire (302) situé en amont de la chambre de condensation, et 15
 - des moyens de circulation (33) de l'eau récupérée permettant au moins une circulation de l'eau dudit réservoir primaire vers ledit réservoir secondaire et dudit réservoir primaire vers le circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée. 20
2. Véhicule automobile selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit réservoir secondaire (302) a une contenance supérieure à celle du réservoir primaire (301). 25
 3. Véhicule automobile selon l'une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens de circulation (33) de l'eau récupérée permettant au moins une circulation de l'eau récupérée à double sens entre ledit réservoir primaire (301) et ledit réservoir secondaire (302), et de préférence il comprend aussi des moyens de circulation de l'eau récupérée à double sens entre ledit réservoir primaire (301) et le circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée (32, 35, 350). 30
 4. Véhicule automobile selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit système de captation et d'acheminement d'air extérieur comprend un moyen de contrôle (43, 44) du débit du flux d'air extérieur se mélangeant aux gaz d'échappement. 35
 5. Véhicule automobile selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ledit système de récupération de l'eau comprend un moyen de contrôle (23) du débit du flux de gaz d'échappement se mélangeant à l'air extérieur pour former le mélange enthalpique. 40
 6. Véhicule automobile selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** comprend un superviseur d'une quantité d'eau minimale constituant une réserve d'eau dans le réservoir primaire, en liaison 45

avec un modèle de production d'eau, en particulier en fonction de paramètres relatifs aux conditions météorologiques, et/ou aux caractéristiques du carburant et/ou de l'air d'admission et/ou des gaz d'échappement et/ou de l'air extérieur formant le mélange enthalpique, et/ou du profil routier que parcourt le véhicule.

7. Procédé de récupération d'eau dans les gaz d'échappement passant dans la ligne d'échappement (20) d'un moteur à combustion interne (1), incluant l'alimentation du moteur en eau récupérée, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :

- mélanger les gaz d'échappement émis par le moteur à de l'air extérieur pour former un mélange enthalpique, ledit air extérieur étant apporté par un système de captation et d'acheminement d'air extérieur (40, 40', 40'', 43, 44) en connexion fluide avec la ligne d'échappement en aval des éléments de post-traitement (203, 204, 201), et en amont d'une chambre de condensation (30), puis
- acheminer et condenser ledit mélange enthalpique air extérieur /gaz d'échappement dans ladite chambre de condensation (30) pour en extraire l'eau par condensation sur des supports de condensation (300), ladite chambre étant disposée sur la ligne d'échappement en aval de la partie chaude de ladite ligne d'échappement, et
- récupérer l'eau ainsi condensée dans un réservoir primaire (301), situé dans ou en aval de ladite chambre de condensation, reliée au circuit d'alimentation du moteur en eau récupérée (32, 35, 350) afin d'alimenter en eau récupérée ledit moteur,
- vidanger, en particulier par pompage, en fonction d'une réserve d'eau donnée conservée dans le réservoir primaire (301), ou en totalité si nécessaire, dudit réservoir primaire (301) vers un réservoir secondaire (302) situé en amont de ladite chambre de condensation, et avant la connexion entre le système de captation et d'acheminement de l'air extérieur et la ligne d'échappement, selon des événements programmés ou détectés, notamment périodiquement lors d'arrêts du moteur ou en fin d'utilisation du moteur, ou lorsque l'eau est restée pendant un temps donné dans le réservoir primaire, ou en cas de risque de gel de l'eau dans le réservoir primaire.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend l'étape : vérifier la quantité d'eau disponible dans le réservoir primaire précédemment au ou au cours du démarrage du moteur, et si la quantité est nulle ou insuffisante par rapport à une quantité estimée nécessaire, pomper l'eau du réservoir se-

conduire (302) vers le réservoir primaire (301).

9. Procédé selon l'une des revendications 7 à 8, **caractérisé en ce qu'il** comprend l'étape : surveiller le taux de renouvellement de l'eau dans le réservoir primaire (301), et si ce taux est inférieur à un taux donné, lors des prochaines utilisations du moteur, acheminer l'eau du réservoir froid vers le réservoir chaud de manière à ce que cette eau se vaporise de nouveau et soit évacuée à l'atmosphère et/ou recondensée. 5 10
10. Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend l'étape : gérer la production d'eau récupérée en contrôlant le débit de l'air extérieur et/ou le débit des gaz d'échappement avant la connexion entre le système de captation et d'acheminement de l'air extérieur et la ligne d'échappement.]] 15 20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

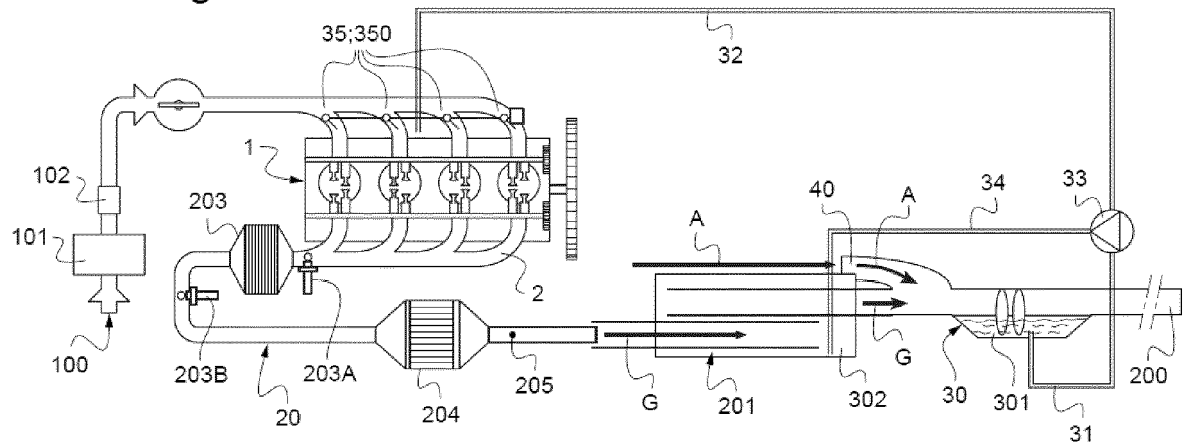


Fig.2

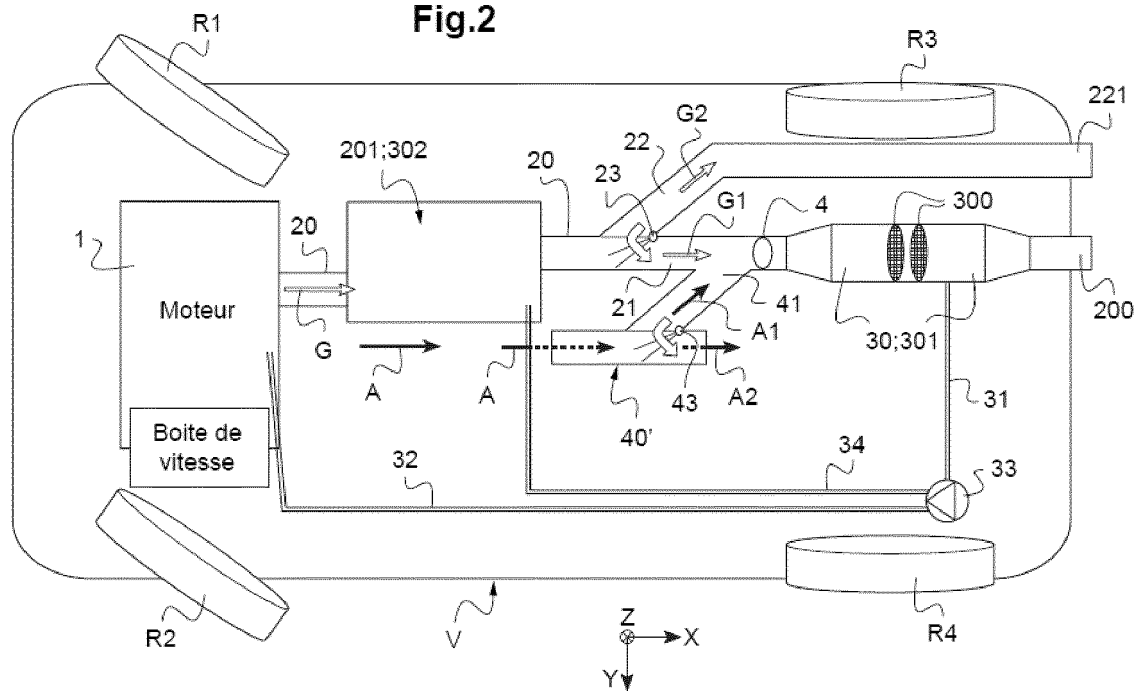


Fig.3

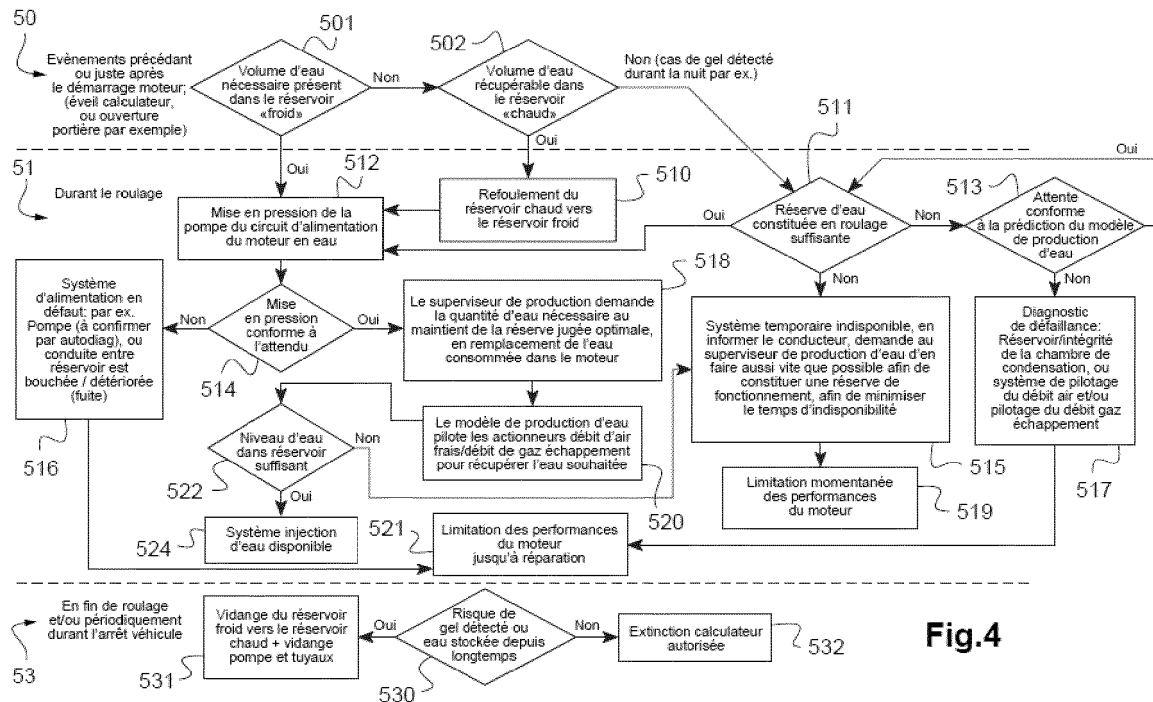
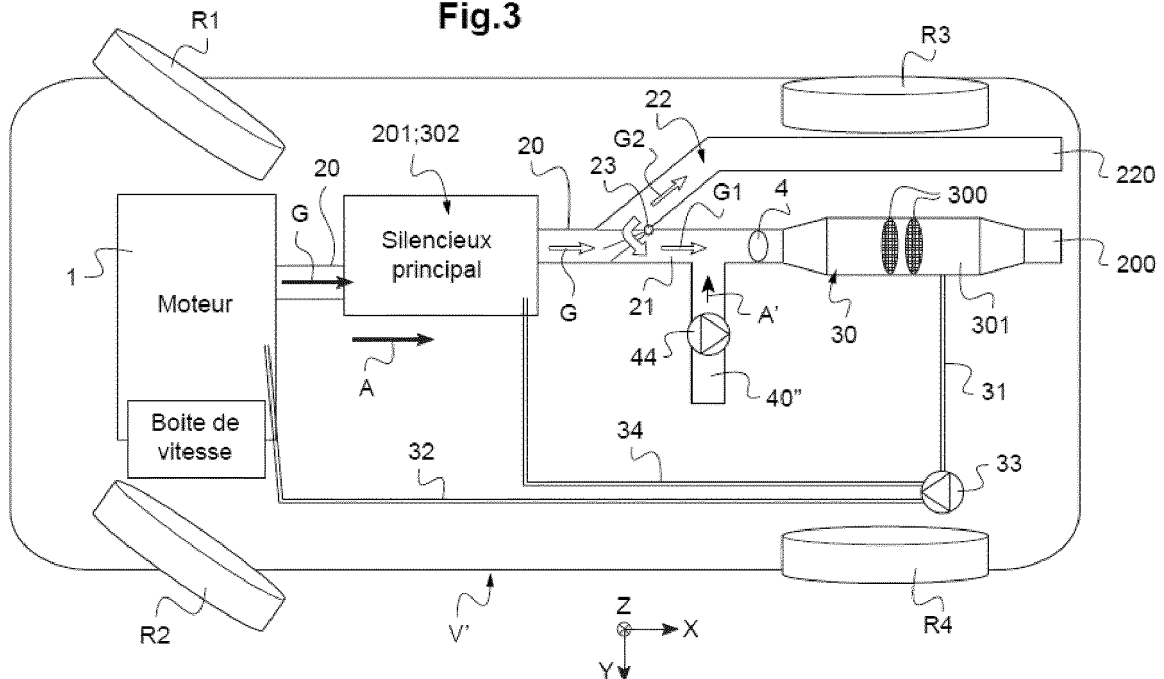


Fig.4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 17 9344

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	DE 10 2018 219981 A1 (AUDI AG [DE]) 23 janvier 2020 (2020-01-23) * le document en entier *	1-10	INV. F02M25/025 F01N3/00 F01N13/00
A	EP 3 640 442 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]; AUDI AG [DE]) 22 avril 2020 (2020-04-22) * le document en entier *	1-10	F01N13/08 F01N1/14 F01N3/05 F02M25/022
A,D	WO 2017/174254 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 octobre 2017 (2017-10-12) * le document en entier *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F02M F01N
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		19 octobre 2022	Rauch, Vincent
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 22 17 9344

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-10-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102018219981 A1	23-01-2020	AUCUN	
EP 3640442 A1	22-04-2020	CN 111075538 A	28-04-2020
		DE 102018125949 A1	23-04-2020
		EP 3640442 A1	22-04-2020
WO 2017174254 A1	12-10-2017	DE 102016205666 A1	12-10-2017
		WO 2017174254 A1	12-10-2017

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2017174254 A1 [0008]