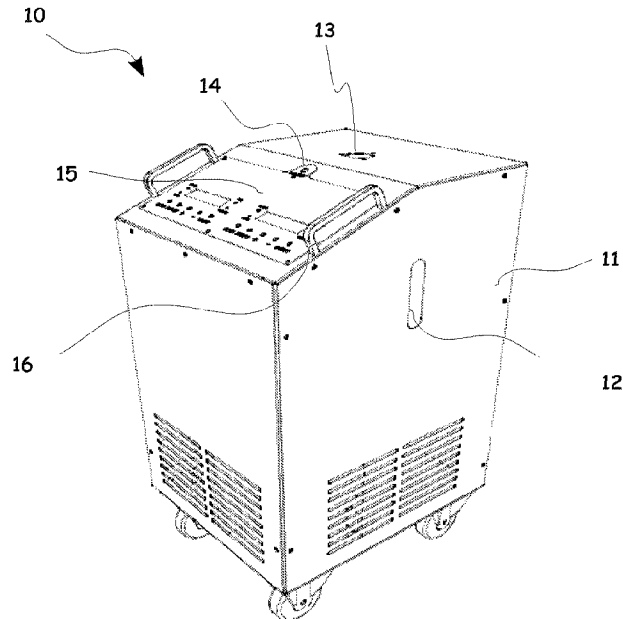




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2016/09/30  
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2017/04/06  
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2023/06/13  
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2018/03/28  
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2016/052503  
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2017/055768  
(30) Priorité/Priority: 2015/10/02 (FR1502059)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F02B 77/04* (2006.01),  
*F02M 26/50* (2016.01)  
(72) Inventeur/Inventor:  
LE POLLES, SEBASTIEN ALAIN, FR  
(73) Propriétaire/Owner:  
FLEX FUEL - ENERGY DEVELOPMENT, FR  
(74) Agent: BORDEN LADNER GERVAIS LLP

(54) Titre : SYSTEME DE DECALAMINAGE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE  
(54) Title: SYSTEM FOR DESCALING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un système de décalaminage d'un moteur à combustion interne, système comprenant un moyen d'injection agencé pour injecter un fluide nettoyant sur une entrée d'admission d'un mélange combustible-air du moteur tournant, système caractérisé en ce qu'il comprend également un moyen de commande agencé pour commander une ouverture ou une fermeture d'une vanne EGR du moteur en fonction de paramètres du fluide nettoyant injecté. Application à l'entretien des moteurs à combustion interne, par exemple les moteurs de véhicules automobiles

## (12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
6 avril 2017 (06.04.2017)

WIPO | PCT

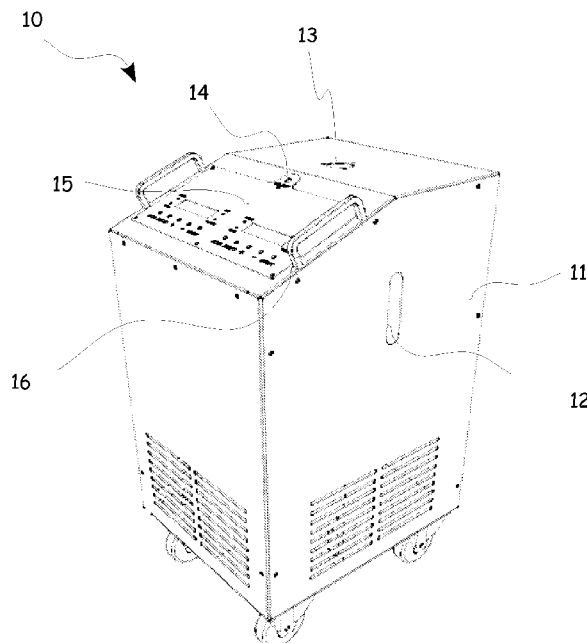
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2017/055768 A1**

- (51) Classification internationale des brevets :  
*F02B 77/04* (2006.01)      *F02M 26/50* (2016.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2016/052503
- (22) Date de dépôt international :  
30 septembre 2016 (30.09.2016)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1502059      2 octobre 2015 (02.10.2015)      FR
- (71) Déposant : FLEXFUEL - ENERGY DEVELOPMENT  
[FR/FR]; 300 route des crêtes, Les Espaces Antipolis, CS  
70116 Sophia Antipolis, 06660 Valbonne (FR).
- (72) Inventeur : LE POLLES, Sébastien, Alain; 22 rue Aimé  
Lepercq, 77690 Montigny-sur-Loing (FR).
- (74) Mandataire : ALTER ALIA; 2 rue de l'Étang, 25200  
Montbéliard (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,  
ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,  
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,  
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : SYSTEM FOR DESCALING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Titre : SYSTÈME DE DÉCALAMINAGE D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE



(57) Abstract : The invention relates to a system for descaling an internal combustion engine, said system comprising an injection means arranged so as to inject a cleaning fluid over an inlet for the inflow of a fuel-air mixture of the running engine, said system being characterised in that it also comprises a control means arranged so as to control an opening or closing of an EGR valve of the engine according to parameters of the injected cleaning fluid. The invention is applicable to the maintenance of internal combustion engines, for example engines of motor vehicles.

(57) Abrégé : L'invention concerne un système de décalaminage d'un moteur à combustion interne, système comprenant un moyen d'injection agencé pour injecter un fluide nettoyant sur une entrée d'admission d'un mélange combustible-air du moteur tournant, système caractérisé en ce qu'il comprend également un moyen de commande agencé pour commander une ouverture ou une fermeture d'une vanne EGR du moteur en fonction de paramètres du fluide nettoyant injecté. Application à l'entretien des moteurs à combustion interne, par exemple les moteurs de véhicules automobiles

**WO 2017/055768 A1** 

---

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

## **Système de décalaminage d'un moteur à combustion interne**

### **Domaine technique et état de l'art**

L'invention concerne un système de décalaminage d'un moteur à combustion interne, système comprenant un moyen d'injection agencé pour injecter un fluide nettoyant sur une entrée d'admission  
5 d'un mélange combustible-air du moteur tournant. L'invention est notamment intéressante pour l'entretien des véhicules à moteur, tels que véhicules légers, véhicules utilitaires légers et lourds, poids lourds, et plus généralement pour l'entretien de tout système équipé d'un moteur thermique à combustion interne.

De manière connue, dans les moteurs à combustion interne, notamment de type Diesel, pour réduire la  
10 production de NOx, composés d'oxydes d'azote particulièrement polluants, il est nécessaire d'abaisser la température de combustion et de réduire la quantité d'oxygène disponible à l'intérieur du moteur tournant. Pour cela, une technique développée dans les années 70 consiste à rediriger une partie des gaz d'échappement, inertes, vers l'entrée d'admission du mélange combustible-air du moteur. Une vanne EGR (pour Exhaust gaz recirculation) à débit variable est positionnée sur le circuit de recirculation entre  
15 l'échappement et l'entrée d'admission ; le taux d'ouverture de la vanne est pilotée par le calculateur du système (véhicule ou autre) dont le moteur est équipé d'une vanne EGR, en fonction de paramètres du moteur tels qu'une température mesurée des gaz d'échappement, une puissance demandée au moteur, ... La production d'oxydes d'azote dépendant notamment de la température et de la présence d'oxygène pendant la combustion, l'introduction de gaz brûlés agit sur les deux paramètres (température  
20 et proportion d'oxygène).

Si l'utilisation d'une vanne EGR permet de diminuer à moindre frais la production de NOx, elle présente d'autres inconvénients. En particulier, la diminution de température de combustion, recherchée pour limiter la production de NOx, entraîne également l'augmentation de la production de suies lors de la combustion, ce qui a notamment pour conséquence d'encrasser le circuit d'admission, le circuit  
25 d'échappement des gaz brûlés et le circuit de recirculation des gaz d'échappement ; ceci diminue le rendement moteur et augmente la pollution générée par le moteur.

Une technique connue pour nettoyer le moteur et ses circuits consiste à injecter un fluide comprenant de l'hydrogène et de l'oxygène dans le circuit d'admission pendant que le moteur tourne. Le pouvoir hautement inflammable de l'hydrogène permet d'améliorer la combustion dans les cylindres du moteur.  
30 La recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène en eau à l'état supercritique, agissant comme un solvant, permet de diluer et évacuer la calamine située sur les parties sensibles du moteur, notamment

les têtes et clapets d'injecteurs, le ou les turbos, la vanne EGR, les soupapes d'admission et d'échappement, les pistons, les segments, les cylindres, le circuit et le collecteur d'admission et, dans certaines conditions, le filtre à particules et le catalyseur.

On constate toutefois dans la pratique que les techniques d'injection de fluide nettoyant connues ont une efficacité limitée notamment pour nettoyer le circuit et le collecteur d'admission, les soupapes d'admission et la vanne EGR du moteur tournant.

### **Description de l'invention**

L'invention vise à améliorer les systèmes connus de décalaminage d'un moteur à combustion interne, système du type comprenant un moyen d'injection agencé pour injecter un fluide nettoyant sur une entrée d'admission d'un mélange combustible-air du moteur tournant.

A cet effet, le système de décalaminage selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend également un moyen de commande agencé pour commander une ouverture ou une fermeture d'une vanne EGR du moteur en fonction de paramètres du fluide nettoyant injecté.

La commande de l'ouverture et de la fermeture de la vanne EGR par le système de décalaminage lui-même permet de mieux faire circuler le fluide nettoyant dans la partie haut moteur, dans le circuit d'admission et dans le circuit de recirculation des gaz, en s'affranchissant du rapport cyclique d'ouverture / fermeture (communément appelé RCO) de la vanne EGR, tel qu'imposé par le constructeur. Il devient ainsi possible de nettoyer la vanne EGR elle-même, le circuit d'admission d'air, les soupapes d'admission et le turbo, de manière certaine, plus simple et plus profonde.

Dans un système selon l'invention, le fluide nettoyant peut être un mélange hydrogène / oxygène en des proportions prédéfinies, et par exemple de l'eau à l'état supercritique.

Selon un mode de réalisation, le système selon l'invention peut comprendre également, en amont du moyen d'injection, un dispositif de production d'hydrogène et d'oxygène gazeux par électrolyse d'eau. Le système de décalaminage devient ainsi totalement autonome et peut être ainsi déplacé au plus proche d'un moteur à nettoyer.

Le moyen de commande est de préférence agencé pour commander une ouverture ou une fermeture de la vanne EGR pendant une durée prédéfinie fonction d'une durée ou d'un débit d'injection de fluide

nettoyant. Ajuster l'ouverture/ fermeture de la vanne EGR en fonction de la durée et / ou du débit d'injection permet d'optimiser la qualité et la rapidité du nettoyage réalisé.

Selon un mode de réalisation, le moyen de commande peut être agencé pour commander la vanne EGR selon un cycle comprenant une première phase d'ouverture de la vanne EGR pendant un premier temps  
5 prédéfini suivie une deuxième phase de fermeture de la vanne EGR pendant un deuxième temps prédéfini, cycle répété en fonction de la durée d'injection de fluide nettoyant. Lorsque la vanne EGR est fermée, le nettoyage s'effectue principalement au niveau du circuit aval du moteur, notamment au niveau du circuit d'échappement. L'ouverture de la vanne EGR permet de nettoyer en profondeur le circuit en amont du moteur, c'est à dire le circuit d'admission et le circuit de recirculation des gaz  
10 d'échappement, notamment la partie du circuit de recirculation située entre la vanne EGR et l'entrée d'admission des gaz du moteur.

Selon un autre mode de réalisation, le moyen de commande peut être agencé pour commander la vanne EGR selon un cycle répété à une fréquence de cycle fonction de la durée d'injection du fluide nettoyant, cycle comprenant une première phase d'ouverture de la vanne EGR pendant un premier temps prédéfini,  
15 une deuxième phase de fermeture de la vanne EGR pendant un deuxième temps prédéfini et une troisième phase au cours de laquelle la vanne EGR est alternativement ouverte et fermée à une fréquence au moins dix fois supérieure à la fréquence de répétition du cycle, pendant un troisième temps prédéfini. La troisième phase, avec une commande alternée d'ouverture / fermeture de la vanne EGR, permet de "taper" la soupape de la vanne EGR, générant ainsi des micro-chocs et des vibrations qui  
20 facilitent la dilution des couches de calamine présentes sur la soupape de la vanne EGR elle-même.

Des essais ont permis d'obtenir un bon nettoyage du moteur avec le premier, le deuxième et le troisième temps prédéfinis de l'ordre de 1 à 10 mn, et de préférence de l'ordre de 5 mn avec, pendant le troisième temps du cycle, un changement d'état de la vanne EGR toutes les 0,5 secondes ; soit un cycle de nettoyage de 3 à 30 mn, de préférence de l'ordre de 15 mn, cycle répété pendant 1 à 2H pour un  
25 nettoyage complet.

### **Brève description des figures**

L'invention sera mieux comprise, et d'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description qui suit d'exemples de réalisation d'un système de décalaminage d'un moteur  
30 selon l'invention. Ces exemples sont donnés à titre non limitatif. La description est à lire en relation avec le dessin annexé dans lequel la figure unique est une vue d'ensemble d'un système selon l'invention.

### **Description d'un mode de réalisation de l'invention**

Comme dit précédemment, le système selon l'invention est un système de décalaminage d'un moteur à combustion interne, système du type comprenant un moyen d'injection agencé pour injecter un fluide  
5 nettoyant sur une entrée d'admission d'un mélange combustible-air du moteur tournant. Le système selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend également un moyen de commande agencé pour commander une ouverture ou une fermeture d'une vanne EGR du moteur en fonction de paramètres du fluide nettoyant injecté.

Selon un mode de réalisation, non représenté, le système peut être relié à un réservoir de fluide de  
10 nettoyage externe.

Selon le mode de réalisation représentée sur le dessin le système 10 selon l'invention est complètement autonome et agencé pour injecter dans le moteur tournant un fluide nettoyant qui est un mélange d'hydrogène et d'oxygène produit par le système lui-même.

A cet effet, le système 10 comprend, dans une structure 11, un réservoir d'eau et des moyens connus par  
15 ailleurs pour produire de l'hydrogène et de l'oxygène par électrolyse de l'eau. Sur le côté de la structure est prévue une lucarne 12 permettant de visualiser le niveau d'eau dans le réservoir, Sur le dessus de la structure est prévue une ouverture 13 avec un bouchon pour le remplissage du réservoir d'eau. Sur le dessus de la structure est prévu également un panneau de commande 15 permettant à l'utilisateur de régler les différents paramètres du système décrits ci-dessous. Sur le panneau de commande est intégré  
20 un connecteur 14 pour brancher un câble reliant l'installation directement au véhicule, plus précisément à la vanne EGR du moteur pour en piloter l'ouverture et / ou la fermeture.

Le système représenté est agencé pour réaliser un nettoyage en commandant la vanne EGR selon un cycle répété à une fréquence de cycle fonction de la durée d'injection du fluide nettoyant, cycle  
25 comprenant une première phase d'ouverture de la vanne EGR pendant un premier temps prédéfini, une deuxième phase de fermeture de la vanne EGR pendant un deuxième temps prédéfini et une troisième phase au cours de laquelle la vanne EGR est alternativement ouverte et fermée à une fréquence au moins dix fois supérieure à la fréquence de répétition du cycle et ce pendant un troisième temps prédéfini.

Dans un mode de fonctionnement automatique, le système est programmé pour commander la vanne EGR du véhicule en cours de nettoyage selon un cycle répété pendant 30 minutes à 4 Heures, cycle comprenant :

- une première phase d'ouverture de la vanne EGR pendant un premier temps prédéfini de 5 mn environ,
- une deuxième phase de fermeture de la vanne EGR pendant un deuxième temps prédéfini de 5 mn environ et
- une troisième phase au cours de laquelle la vanne EGR est alternativement ouverte et fermée pendant des temps de l'ordre de 0,5 seconde, ce fonctionnement alterné durant un troisième temps prédéfini de l'ordre de 5 mn également.

Selon un mode de réalisation, le premier temps, le deuxième temps et le troisième temps sont sensiblement de même durée.

Alternativement, l'utilisateur peut, à partir du panneau de commande, choisir la durée de chaque phase, par exemple entre 0 et 120 mn. En fonction de la cylindrée du moteur (moteur, voiture, camion, ...) et de son degré d'encrassement, l'utilisateur peut également, toujours à partir du panneau de commande, choisir la durée totale du programme de nettoyage et / ou augmenter ou diminuer le débit du fluide nettoyant et / ou modifier les proportions du mélange gazeux hydrogène / oxygène du fluide nettoyant.

Pour la sécurité et l'ergonomie du système, de nombreux éléments additionnels sont prévus, en particuliers les éléments ci-dessous.

Les moyens de production d'hydrogène sont sécurisés par la présence d'un détecteur de niveau d'eau dans le réservoir, d'un moyen de coupure de la production d'hydrogène en cas de surpression et d'un moyen d'alerte (alarme sonore). Egalement, lorsque la sortie de fluide est déconnectée du moteur, le système est étanche.

Pour faciliter le déplacement de l'installation au plus près du moteur à nettoyer, l'installation est montée sur roues et des poignées de préhension sont prévues à hauteur d'homme.

Une alerte sonore est programmée 5 mn avant la fin du programme de nettoyage, puis une deuxième alerte à la fin du programme.

Selon le mode de réalisation représentée sur le dessin, l'ensemble des éléments du système selon l'invention sont intégrés dans une structure de dimensions et de poids compatibles avec une manipulation manuelle. Un tel système est bien approprié pour le nettoyage de moteurs de cylindrée

petite ou moyenne, par exemple un moteur de véhicule léger particulier, de véhicule utilitaire léger, d'une moto, ...

Selon une variante, non représentée mais mise en oeuvre, l'ensemble des éléments d'un système selon l'invention sont intégrés dans le volume utile d'un utilitaire léger, ou sur une remorque d'un camion. Le système peut ainsi être déplacé sans effort humain. De plus, le dispositif de production d'hydrogène peut être dimensionné pour produire un débit de fluide nettoyant plus important, et le moyen d'injection peut être dimensionné pour injecter le fluide nettoyant à une température et / ou une pression plus importantes. Le système est ainsi mieux adapté pour traiter des moteurs de plus grosses cylindrées.

Egalement, le système selon l'invention peut être utilisé pour bien d'autres applications que le domaine des véhicules automobiles ; il peut ainsi être utilisé pour nettoyer tout type de moteurs : moteurs de bateau, de véhicules militaires, moteurs d'installations industrielles, d'installation de chauffage, ...

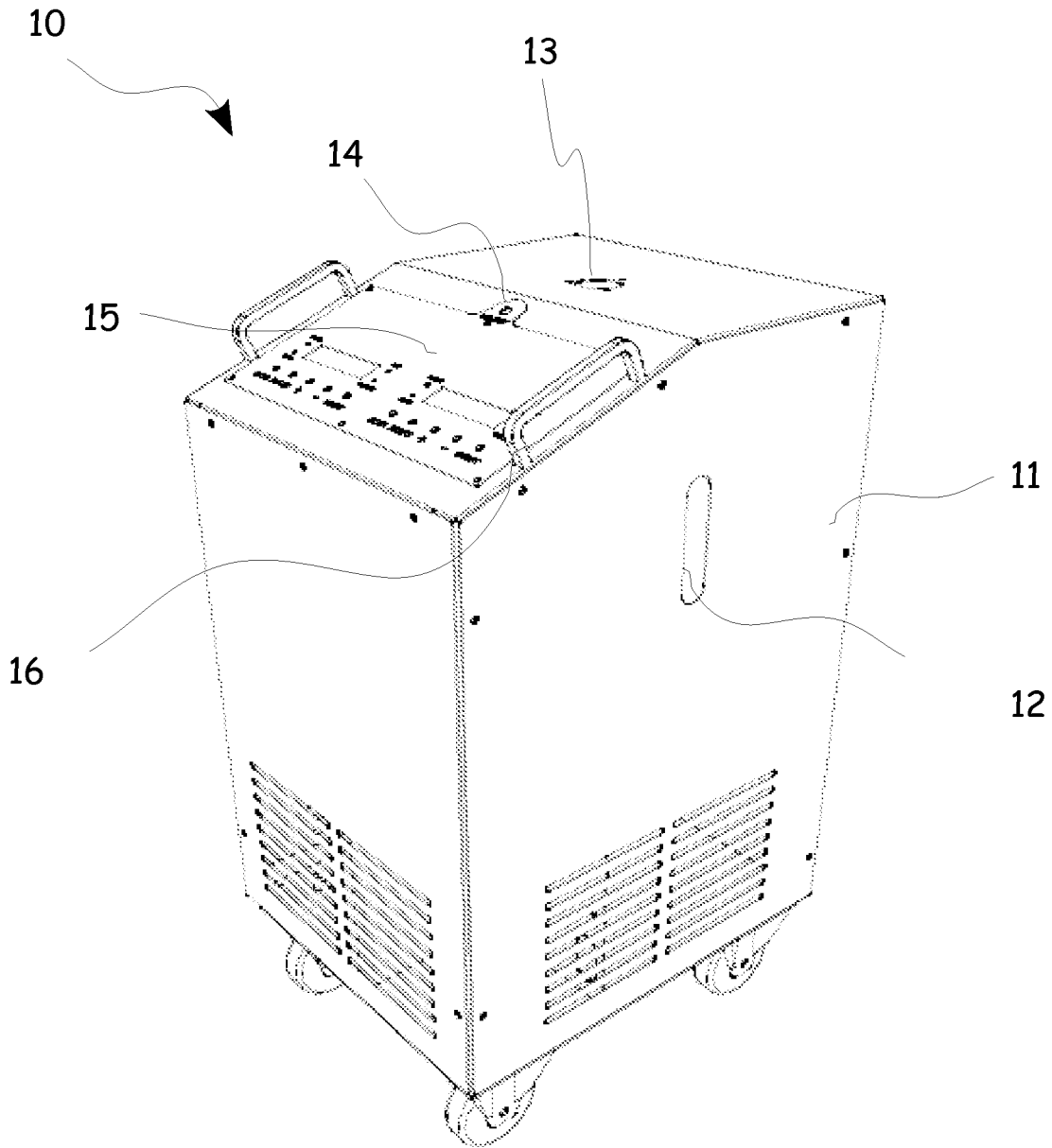
## REVENDEICATIONS

1. Système de décalaminage d'un moteur à combustion interne, système comprenant un moyen d'injection agencé pour injecter un fluide nettoyant sur une entrée d'admission d'un mélange combustible-air du moteur tournant, système caractérisé en ce qu'il comprend également un moyen de  
5 commande agencé pour commander une ouverture ou une fermeture d'une vanne EGR du moteur en fonction de paramètres du fluide nettoyant injecté.
2. Système selon la revendication 1 dans lequel le fluide nettoyant est un mélange hydrogène / oxygène, le moyen d'injection étant également agencé pour réaliser le mélange hydrogène / oxygène selon des proportions prédéfinies.
- 10 3. Système selon la revendication 2 comprenant également, en amont du moyen d'injection, un dispositif de production de hydrogène et d'oxygène gazeux par électrolyse d'eau.
4. Système selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le fluide nettoyant est de l'eau à l'état supercritique.
5. Système selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel le moyen de commande est agencé pour  
15 commander une ouverture de la vanne EGR pendant une durée prédéfinie fonction d'une durée ou d'un débit d'injection de fluide nettoyant.
6. Installation selon la revendication 5 dans laquelle le moyen de commande est agencé pour commander la vanne EGR selon un cycle comprenant une première phase d'ouverture de la vanne EGR pendant un premier temps prédéfini suivie une deuxième phase de fermeture de la vanne EGR pendant  
20 un deuxième temps prédéfini, cycle répété en fonction de la durée d'injection de de fluide nettoyant.
7. Système selon la revendication 5 dans lequel le moyen de commande est agencé pour commander la vanne EGR selon un cycle répété à une fréquence de cycle fonction de la durée d'injection du fluide nettoyant, cycle comprenant une première phase d'ouverture de la vanne EGR pendant un premier temps prédéfini, une deuxième phase de fermeture de la vanne EGR pendant un deuxième temps  
25 prédéfini et une troisième phase au cours de laquelle la vanne EGR est alternativement ouverte et fermée à une fréquence au moins dix fois supérieure à la fréquence de répétition du cycle et ce pendant un troisième temps prédéfini.
8. Système selon la revendication 7 dans lequel le premier temps, le deuxième temps et le troisième temps sont sensiblement de même durée.

9. Système selon la revendication 8 dans laquelle le premier, le deuxième et le troisième temps prédéfinis sont de l'ordre de 1 à 10 mn, et de préférence de l'ordre de 5 mn.

10. Système selon l'une des revendications 5 à 8 dans lequel le premier, le deuxième et / ou de troisième temps sont ajustables par un utilisateur de l'installation, entre 0 et 120 mn.

1/1



**Figure unique**

