

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES EMISSIONS POLLUANTES D'UN MOTEUR THERMIQUE PAR REDUCTION CATALYTIQUE, DIMINUANT L'APPORT EN REDUCTEUR EMBARQUE.**

②② **Date de dépôt :** 13.09.12.

③③ **Priorité :**

⑥③ **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

☐ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme — FR.

④③ **Date de mise à la disposition du public
de la demande :** 14.03.14 Bulletin 14/11.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention :** 23.03.18 Bulletin 18/12.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② **Inventeur(s) :** MATTHESS NILS et BERTIN
THIERRY.

⑦③ **Titulaire(s) :** PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme.

⑦④ **Mandataire(s) :** PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme.



DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES EMISSIONS POLLUANTES D'UN MOTEUR THERMIQUE PAR REDUCTION CATALYTIQUE, DIMINUANT L'APPORT EN REDUCTEUR EMBARQUE

[0001] Le contexte de l'invention est celui de la dépollution automobile et plus
5 précisément celui de la réduction des émissions polluantes issues des moteurs,
notamment Diesel, telles que les émissions de monoxyde de carbone (CO),
d'hydrocarbures imbrûlés (HC) et d'oxydes d'azote (NOx).

[0002] Les normes en matière d'émissions polluantes verront l'introduction de nouveaux
cycles d'homologation mesurant l'efficacité des systèmes de dépollution dans des
10 conditions de fonctionnement du moteur très variées, telles qu'un démarrage à froid, un
roulage urbain lent et une conduite agressive. Or, dans certaines de ces conditions, la
température dans la chambre de combustion augmente, favorisant les émissions de NOx
indésirables (mécanisme de Zeldovich dit de "NO thermique"), leur faisant atteindre des
quantités difficiles à traiter.

[0003] Aujourd'hui, le dispositif préféré pour le traitement des émissions polluantes d'un
15 moteur Diesel est le catalyseur d'oxydation ou DOC, mais il est susceptible de ne
respecter que partiellement ces normes. Il est certes efficace pour traiter les émissions de
monoxyde de carbone (CO) et d'hydrocarbures imbrûlés (HC) lorsque la température en
son sein le permet (i.e. > 150 – 200°C) mais pas lors d'un démarrage à froid. Et
20 concernant les émissions d'oxydes d'azote (NOx) qui peuvent être très élevées en
conduite agressive et donc plus problématiques à traiter, il est totalement inefficace.

[0004] Il est donc connu, notamment du document US 2011/0162347, de coupler le DOC
avec un dispositif supplémentaire permettant de traiter ces émissions de NOx :

[0005] Deux types de ces dispositifs supplémentaires sont utilisés couramment :

25 - un piège à NOx avec traitement des NOx piégés pour les transformer en
espèces non polluantes comme N₂, ou

- un catalyseur SCR (acronyme anglais pour Selective Catalytic Reduction, soit
en français Réduction catalytique sélective), qui transforme les NOx en N₂ de
manière continue grâce à un réducteur spécifique qui peut être constitué
30 d'hydrocarbures ou bien de l'ammoniac (NH₃), ou encore un réducteur

intermédiaire (liquide ou gazeux) qui génèrera de l'ammoniac (NH_3) in fine dans ce catalyseur.

[0006] On préfère ce dernier dispositif au piège à NO_x car il reste efficace même au-delà de 450 °C.

5 [0007] Malgré tout un catalyseur SCR ne permet pas de traiter de manière efficace les émissions de NO_x en quantité importante sur toute la gamme de conditions de fonctionnement du moteur prévue par les normes à venir sans consommer des quantités très élevées de réducteur embarqué dans le véhicule.

10 [0008] Une solution envisagée est de faire l'appoint en réducteur entre deux révisions du véhicule mais cet appoint serait alors réalisé par le client, avec des risques de négligence ou d'oubli, et les constructeurs automobiles devraient, en outre, supporter le surcoût et les inconvénients d'un système de remplissage via une goulotte facilement accessible (trappe à carburant...).

15 [0009] Il n'existe donc pas de solution simple pour couvrir la totalité du champ de fonctionnement moteur en termes de traitement des NO_x sans avoir à augmenter considérablement le volume embarqué d'additif (réducteur SCR), ce qui représente une augmentation du coût, de la masse et des contraintes d'encombrement dans le véhicule ou à demander au client de faire l'appoint lui-même.

[0010] L'invention vise à pallier cet inconvénient.

20 [0011] A cet effet l'invention concerne un dispositif formant un filtre à particules et un catalyseur d'élimination des oxydes d'azote contenus dans un mélange gazeux issu d'un moteur thermique d'un véhicule automobile, et véhiculé vers une sortie d'échappement du véhicule, comprenant un catalyseur SCR mettant en œuvre une réduction catalytique sélective des oxydes d'azote par un réducteur embarqué dans le véhicule, caractérisé en
25 ce qu'il comprend, en amont du catalyseur SCR dans le sens de cheminement des gaz depuis le moteur vers la sortie d'échappement du véhicule, un catalyseur de formation d'un deuxième réducteur des oxydes d'azote à partir du mélange gazeux à traiter, le deuxième réducteur formé venant suppléer le réducteur embarqué dans son action de réduction catalytique des oxydes d'azote lors de la catalyse SCR.

30 [0012] L'invention permet ainsi, par la production in situ d'un deuxième réducteur, de respecter les normes de rejet d'émissions polluantes fixées pour des conditions de

fonctionnement du moteur très variées, sans nécessiter un volume de réducteur embarqué important, permettant donc un remplissage du réservoir du réducteur uniquement lors des révisions du véhicule, c'est-à-dire environ tous les 20 000 à 30 000 km même dans le cas d'une conduite extrême générant beaucoup de NOx à traiter.

5 [0013] Avantageusement, mais facultativement, le dispositif comprend au moins l'une des caractéristiques techniques suivantes :

- le filtre à particules comprend des parois poreuses de filtration des particules solides, le catalyseur SCR et le catalyseur de formation du deuxième réducteur étant imprégnés sur au moins certaines des parois poreuses du filtre ;
- 10 - le filtre à particules comprend des canaux entrants et des canaux sortants en alternance deux à deux, un canal entrant étant séparé du canal sortant adjacent par l'une des parois poreuses du filtre, la couche de la paroi de séparation la plus proche du canal entrant étant imprégnée du catalyseur de formation du deuxième réducteur, et la couche de la paroi de séparation la plus proche du canal de sortie
- 15 étant imprégnée du catalyseur SCR ;
- le catalyseur de formation du deuxième réducteur est un catalyseur de formation d'hydrogène H₂. ;
- le catalyseur de formation d'hydrogène H₂ comprend du rhodium sur oxydes de cérium ou sur tout autre support réductible, et/ou du platine sur oxydes de cérium,
- 20 et/ou du cobalt sur alumine ou sur cériine et/ou du cuivre sur TiO₂. ; et
- le catalyseur SCR comprend des zéolithes échangées au fer, au cuivre, et/ou des oxydes acides simples ou mixtes tels que des zircones acides.

[0014] L'invention vise également une ligne d'échappement d'un véhicule automobile à moteur thermique, permettant l'évacuation d'un mélange gazeux produit par le moteur en

25 fonctionnement, comprenant un catalyseur d'oxydation, et, disposée en aval de ce catalyseur d'oxydation dans le sens de cheminement des gaz depuis le moteur vers la sortie d'échappement du véhicule, un filtre à particules comprenant un catalyseur d'élimination des oxydes d'azote contenus dans le mélange gazeux tel que défini précédemment.

[0015] Avantageusement, mais facultativement, la ligne d'échappement selon l'invention comprend au moins l'une des caractéristiques techniques suivantes :

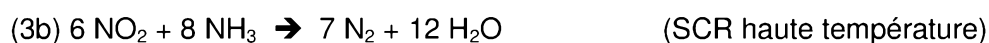
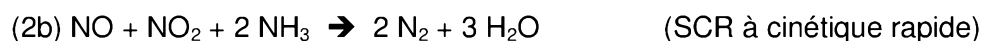
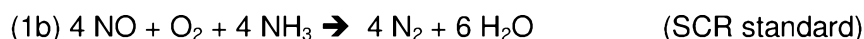
- la ligne d'échappement comprend une injection du réducteur embarqué en amont du filtre à particules ; et
- 5 - elle comprend une injection de carburant en amont du catalyseur d'oxydation et donc en amont du filtre à particules

[0016] Enfin, l'invention concerne également un véhicule automobile comprenant un moteur thermique notamment diesel, un réservoir de stockage d'un réducteur embarqué dans le véhicule et une ligne d'échappement tels que définis précédemment.

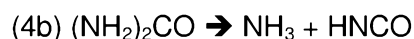
10 [0017] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description suivante faite en référence aux dessins annexés :

- la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif de filtre à particules selon l'invention ;
 - la figure 2 est un agrandissement de la zone du filtre repérée par "II" sur la figure 1 ;
- 15 - la figure 3 est un agrandissement de la zone repérée par "III" sur la figure 2 ;
- la figure 4 illustre schématiquement un moteur thermique et une ligne d'échappement d'un véhicule automobile munie du filtre à particules de la figure 1.

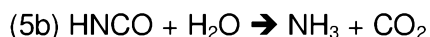
20 [0018] La réduction catalytique sélective ou catalyse SCR permet de traiter les NO_x en les faisant réagir avec un réducteur tel que de l'ammoniac gazeux NH₃ suivant les équations chimiques suivantes :



25 [0019] Dans le cas où le réducteur n'est pas de l'ammoniac gazeux mais un réducteur intermédiaire tel qu'une solution liquide comme de l'urée, il faut transformer l'urée en NH₃ d'abord par thermolyse puis par hydrolyse :



Thermolyse de l'urée



Hydrolyse de l'acide isocyanique

[0020] Cette transformation de l'urée en NH_3 nécessite que les gaz d'échappement à traiter aient atteint une température supérieure à 180 - 200 °C.

5 [0021] En intégrant au filtre à particules un catalyseur SCR, on rend possible le respect de normes sur les émissions polluantes avec une architecture très compacte : une première "brique" catalyseur d'oxydation DOC, telle que représentée sur la figure 4 qui catalyse les réactions d'oxydation du CO et des hydrocarbures ("HC") et une seconde "brique" filtre à particules imprégné du catalyseur SCR (SCRF), schématiquement
10 représenté sur la figure 4 et dans le détail sur la figure 1 ou 2, qui assure à la fois la réduction des NOx et la filtration de particules solides 10 par des parois poreuses.

[0022] Lorsque la catalyse SCR est imprégnée sur un filtre à particules, elle est déposée sur les parois du filtre à particules et le réducteur gazeux (NH_3) ou un réducteur liquide permettant de former du NH_3 gazeux est injecté en amont du filtre à particules mais en
15 aval du DOC dans le sens d'écoulement des gaz formés par le moteur vers l'échappement (figure 4).

[0023] Un filtre à particules, tel que celui repéré par 1 sur la figure 1, comprend des canaux entrants 2 où le mélange gazeux à traiter est admis par une entrée 3, l'extrémité opposée du canal étant obturée par un bouchon imperméable au gaz 7, et des canaux
20 sortants 4 par lesquels le mélange gazeux traité est délivré par une sortie 8, l'extrémité opposée du canal sortant étant bouchée par un bouchon obturateur 9. Les canaux entrants 2 et les canaux sortants 4 sont superposés en alternance deux à deux, chaque canal entrant 2 étant séparé du canal sortant adjacent 4 par une paroi poreuse 5 pouvant être imprégnée d'un catalyseur. Le mélange gazeux 11 admis dans les canaux entrants 2
25 est contraint de traverser les parois poreuses 5 pour atteindre les canaux sortants 4 en raison des bouchons 7 obturant les canaux entrants 2, et il est impossible au mélange gazeux qui atteint les canaux sortants 4 de retourner vers le moteur en raison des bouchons 9 obturant les canaux sortants. Ils ne peuvent être véhiculés une fois traités que vers la sortie d'échappement.

30 [0024] Le fait que la catalyse SCR soit en position rapprochée du moteur puisque déposée au sein du filtre à particules, permet de compenser l'inertie thermique du média

filtrant du filtre à particules comparativement à celle d'un support en cordiélite typique de la catalyse automobile qui serait situé à un emplacement plus éloigné du moteur (et ce, même si le média filtrant du filtre à particules est en cordiélite)

5 [0025] Il faut toutefois savoir que le catalyseur SCR imprégnant le filtre n'est pas capable de traiter efficacement les émissions de NOx issues du moteur, tant que la température des gaz d'échappement n'a pas atteint 150 à 200°C.

[0026] La catalyse SCR est donc efficace pour des températures supérieures à au moins 150°C.

10 [0027] Mais son efficacité est également liée à la quantité relative de réducteur par rapport à celle des NOx à traiter : plus la quantité de NOx à traiter est importante, plus celle de réducteur à injecter l'est aussi.

[0028] Cependant, il n'est pas satisfaisant d'avoir à augmenter la quantité de NH₃ ou d'urée embarquée dans le véhicule car cela augmente le coût, la masse et l'encombrement notamment.

15 [0029] Le cœur de l'invention réside justement dans le fait de générer un deuxième réducteur au sein même du filtre à particules, à partir d'espèces présentes dans les gaz d'échappement, et qui viendra compléter l'urée ou le NH₃ comme réactif de la catalyse SCR, pour éviter d'augmenter voire pour réduire la quantité d'urée ou de NH₃ utilisée et donc celle embarquée dans le véhicule.

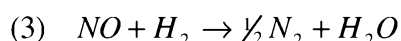
20 [0030] Les véhicules dont les lignes d'échappement seront munies d'un filtre à particules de ce type pourront ainsi respecter les normes en matière d'émissions polluantes y compris celles prévoyant des conditions de fonctionnement du moteur extrêmes telles qu'une conduite agressive, sans nécessiter d'augmenter le volume embarqué du premier réducteur ou la fréquence de son remplissage.

25 [0031] A cet effet, l'invention prévoit qu'un deuxième réducteur soit produit dans les canaux 2 du filtre à particules, situés en amont des canaux pourvus du catalyseur SCR 4, que ce deuxième réducteur traverse les parois du filtre pour atteindre ces canaux pourvus du catalyseur SCR, et qu'il vienne suppléer le premier réducteur injecté au niveau de ces canaux de catalyseur SCR et réagisse en combinaison avec le premier sur les NOx à
30 réduire, lors de la catalyse SCR.

[0032] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, seuls les canaux sortants du filtre à particules sont imprégnés du catalyseur SCR et seuls les canaux entrant de ce filtre sont imprégnés d'un catalyseur permettant la formation du deuxième réducteur, qui est idéalement de l'hydrogène H_2 .

- 5 [0033] L'hydrogène, H_2 a été choisi à dessein car son pouvoir réducteur est nettement plus élevé que celui des HC et même que celui du CO. D'ailleurs, la SCR par les HC n'est pas très efficace et on lui préfère de loin celle par NH_3 .

[0034] Une fois que l'hydrogène est produit dans les canaux entrants, il traverse les parois du filtre pour atteindre les canaux sortants, afin de réduire les NOx sur les sites
10 catalytiques imprégnés sur ces canaux sortants, selon la réaction suivante (3) :



[0035] L'imprégnation des canaux entrants du FAP est une imprégnation catalytique permettant de produire de l'hydrogène lorsque les conditions de température et de richesse sont réunies.

- 15 [0036] Plus précisément, en référence aux figures 2 et 3, la paroi 5 séparant un canal sortant 4 du canal entrant adjacent 2 est pourvue d'une double imprégnation : une première épaisseur 15 de cette paroi, la plus proche du canal sortant 4, est imprégnée du catalyseur SCR et une deuxième épaisseur 16, la plus proche du canal entrant 2, est imprégnée d'un ou de plusieurs catalyseurs permettant le vaporéformage des
20 hydrocarbures et/ou la réaction dite du "gaz à l'eau".

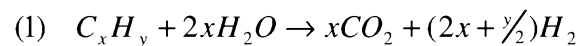
[0037] Dans l'exemple représenté, l'imprégnation SCR est effectuée sur environ 2/3 de l'épaisseur de la paroi du filtre et l'imprégnation permettant de fabriquer H_2 sur le 1/3 d'épaisseur restante mais la répartition entre les deux imprégnations est à optimiser en fonction de l'efficacité recherchée et des contraintes techniques.

- 25 [0038] Cette structure particulière du filtre à particules permet, conformément à la figure 3, de traiter un mélange gazeux contenant des oxydes d'azote NOx qui est admis dans le canal entrant 2 dans un premier temps, traverse la portion 16 de la paroi de séparation 5 imprégnée par les catalyseurs permettant de produire H_2 à partir des hydrocarbures et/ou du CO, puis dans un second temps, le mélange gazeux additivé du H_2 venant d'être
30 produit traverse la portion restante 15 de la paroi de séparation 5 imprégnée de catalyseur SCR permettant la réaction des NOx du mélange gazeux avec l'hydrogène H_2 produit in

situ et l'ammoniac NH_3 injecté ou dérivé de l'urée. Le mélange gazeux débarrassé des NO_x est alors évacué vers la sortie d'échappement.

[0039] Selon une première variante de réalisation de la production d'hydrogène, il s'agit de réaliser le vaporéformage des hydrocarbures imbrûlés (HC) appelé également " Steam

5 Reforming " (SR) :



[0040] Pour produire H_2 par cette réaction, il faut par conséquent disposer d'hydrocarbures imbrûlés HC en grande quantité.

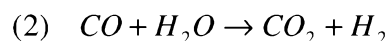
[0041] Deux solutions peuvent être envisagées pour produire ces hydrocarbures :

10 - soit par injection de carburant dans la ligne, qui est ensuite décomposé et transformé en H_2 conformément à la réaction (1) ci-dessus,

- soit par la combustion dans la chambre du moteur qui peut générer beaucoup d'HC (du type post-injection) mais avec l'inconvénient d'avoir un DOC en amont du SCRF qui consommera en grande partie les réducteurs.

15 [0042] Une autre solution peut consister à utiliser en variante un réacteur de vaporisation du carburant situé en amont de l'injection à l'échappement. Cette solution permet d'injecter des hydrocarbures gazeux dans l'échappement par un apport d'énergie électrique (chauffage du réacteur de vaporisation). L'avantage est alors d'abaisser la température d'injection de carburant dans la ligne d'échappement.

20 [0043] Selon une deuxième variante de réalisation de la production d'hydrogène, il s'agit de réaliser la réaction dite du "gaz-à-l'eau " appelée également " Water-Gas-Shift " (WGS sur la figure 2) :



[0044] Selon une troisième variante de réalisation, on réalise les deux réactions (1) et
25 (2) à la fois.

[0045] Les réactions (1) et (2) nécessitent de la température pour être efficaces (200 à 300°C pour le " WGS " et même 400 à 500°C pour le vaporéformage des HC et donc la production d'hydrogène).

5 [0046] C'est donc une solution qui vient en complément du premier réducteur (liquide ou gazeux) embarqué, ce dernier traitant les températures plus basses.

[0047] Ainsi, les quantités importantes de NOx émises lors des fortes charges générées par exemple par une conduite agressive, seront pour une part traitées par le premier réducteur embarqué et pour le reste par l'hydrogène produit in situ (dans le FAP).

10 [0048] C'est pour cette raison que selon le mode de réalisation préféré de l'invention, l'imprégnation dédiée " vaporéformage des HC " et/ou " WGS " est positionnée sur et dans la paroi des canaux entrant, l'imprégnation SCR étant positionnée sur et dans les canaux sortant du FAP. Ainsi les réducteurs qu'il s'agisse de NH₃ ou de H₂ traverseront l'imprégnation SCR des canaux sortants et convertiront les NOx émis par le moteur.

15 [0049] Un exemple de filtre à particules à catalyse SCR selon l'invention comprend idéalement :

- une structure à canaux entrants et sortants constituée d'un média filtrant en carbure de silicium (SiC), en cordiélite, en mullite, métallique ou autres,
 - les canaux sortants du filtre sont imprégnés en surface ou dans leur épaisseur d'un catalyseur SCR du type zéolithes échangées (au fer, au cuivre ou autres) ou du type oxydes acides simples ou mixtes tels que des zircons acides ou autres
 - les canaux entrants sont imprégnés en surface ou dans leur épaisseur d'un catalyseur type « vaporéformage » du type Rhodium sur oxydes de cérium ou sur tout autre support réductible, et/ou d'un catalyseur de type « WGS » du type Platine sur oxydes de cérium, Cobalt sur alumine ou sur cérine, Cuivre sur TiO₂, etc..
- 20
25

[0050] Conformément à la figure 4, un FAP de ce type équipe la ligne d'échappement 18 d'un véhicule automobile à moteur thermique notamment diesel, en aval d'un catalyseur d'oxydation DOC relativement au cheminement des gaz produits par le moteur et se dirigeant vers l'échappement. Une injection d'urée 19 est prévue entre le DOC et le FAP et un injecteur de gazole à l'échappement IGE, en amont du DOC.

30

[0051] Comme indiqué précédemment, grâce à cette solution, il est possible de conserver une consommation moyenne de réducteur (la plus faible possible pour réduire la quantité embarquée) tout en assurant le traitement des NOx pour des conditions de fonctionnement du moteur très variées, les réactions de production d'H₂ permettant dès que les conditions de température le permettent, ce qui est le cas dès que les quantités de NOx sont importantes, de prendre le relai du premier réducteur en l'occurrence NH₃.

[0052] Il peut même être envisagé, à partir d'une certaine température, de ne plus injecter le premier réducteur (urée ou NH₃ par exemple) à savoir la température à laquelle la production d'H₂ par l'imprégnation dédiée « vaporéformage des HC » et/ou « WGS » est suffisante pour assurer le traitement des NOx dans l'imprégnation SCR des canaux sortant du FAP.

[0053] L'avantage est de réduire dans ce cas le volume embarqué de réducteur.

[0054] La détermination de ladite température pourra être réalisée sur banc gaz synthétique.

[0055] Il faudra alors tenir compte de l'activité en vaporéformage des HC et en WGS à neuf mais aussi après vieillissement, quitte à déterminer l'évolution de la production d'H₂ en fonction du vieillissement et de la température du SCRF. Ces cartographies seront intégrées au calculateur qui stoppera l'injection du réducteur embarqué dès que les conditions seront réunies.

[0056] Enfin, le filtre à particules profitera de la présence sur et dans la paroi des canaux entrants des métaux précieux (Platine et/ou Rhodium) utiles au catalyseur de formation du deuxième agent réducteur (H₂) puisque ces derniers contribueront également à la combustion des suies stockées (aide à la régénération).

[0057] Le filtre à particules selon l'invention (filtre SCRF-H₂) pourra être intégré au sein de l'une ou l'autre des configurations suivantes :

MOTEUR → DOC → SCRF-H₂ → ECHAPPEMENT

MOTEUR → DOC → INJECTEUR HC → SCRF-H₂ → ECHAPPEMENT

REVENDECATIONS

1. Dispositif formant un filtre à particules et un catalyseur d'élimination des oxydes d'azote contenus dans un mélange gazeux issu d'un moteur thermique d'un véhicule automobile, et véhiculé vers une sortie d'échappement du véhicule, comprenant un catalyseur SCR
5 mettant en œuvre une réduction catalytique sélective des oxydes d'azote par un réducteur embarqué dans le véhicule, caractérisé en ce qu'il comprend, en amont du catalyseur SCR (15) dans le sens de cheminement des gaz depuis le moteur (20) vers la sortie d'échappement (21) du véhicule, un catalyseur (15) de formation d'un deuxième réducteur des oxydes d'azote à partir du mélange gazeux à traiter, le deuxième réducteur formé
10 venant suppléer le réducteur embarqué dans son action de réduction catalytique des oxydes d'azote lors de la catalyse SCR, et en ce qu'il comprend des parois poreuses (5) de filtration des particules solides (10), le catalyseur SCR (15) et le catalyseur de formation du deuxième réducteur (16) étant imprégnés sur au moins certaines des parois poreuses (5) du filtre.
- 15 2. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend des canaux entrants (2) et des canaux sortants (4) en alternance deux à deux, un canal entrant (2) étant séparé du canal sortant adjacent (4) par l'une des parois poreuses (5) du filtre, la couche de la paroi de séparation la plus proche du canal entrant étant imprégnée du catalyseur de formation du deuxième réducteur (16), et la couche de la paroi de
20 séparation la plus proche du canal de sortie étant imprégnée du catalyseur SCR (15).
3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le catalyseur de formation du deuxième réducteur (16) est un catalyseur de formation d'hydrogène H_2 .
4. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le catalyseur de
25 formation d'hydrogène H_2 comprend du rhodium sur oxydes de cérium ou sur tout autre support réductible, et/ou du platine sur oxydes de cérium, et/ou du cobalt sur alumine ou sur cériine et/ou du cuivre sur TiO_2 .
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le catalyseur SCR comprend des zéolithes échangées au fer, au cuivre, et/ou des oxydes
30 acides simples ou mixtes tels que des zircons acides.

6. Ligne d'échappement d'un véhicule automobile à moteur thermique, permettant l'évacuation d'un mélange gazeux produit par le moteur en fonctionnement, comprenant un catalyseur d'oxydation (DOC), et, disposé en aval de ce catalyseur d'oxydation dans le sens de cheminement des gaz depuis le moteur vers la sortie d'échappement du véhicule,
- 5 un dispositif formant un filtre à particules (9) et un catalyseur d'élimination des oxydes contenus dans le mélange gazeux selon l'une des revendications précédentes.
7. Ligne d'échappement selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comprend une injection (19) du réducteur embarqué en amont du filtre à particules.
8. Ligne d'échappement selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle
- 10 comprend une injection de carburant (IGE) en amont du filtre à particules et en amont du catalyseur d'oxydation
9. Véhicule automobile comprenant un moteur thermique notamment diesel (20), un réservoir de stockage d'un réducteur embarqué dans le véhicule et une ligne d'échappement (18) selon l'une des revendications 6 à 8.

Fig.1

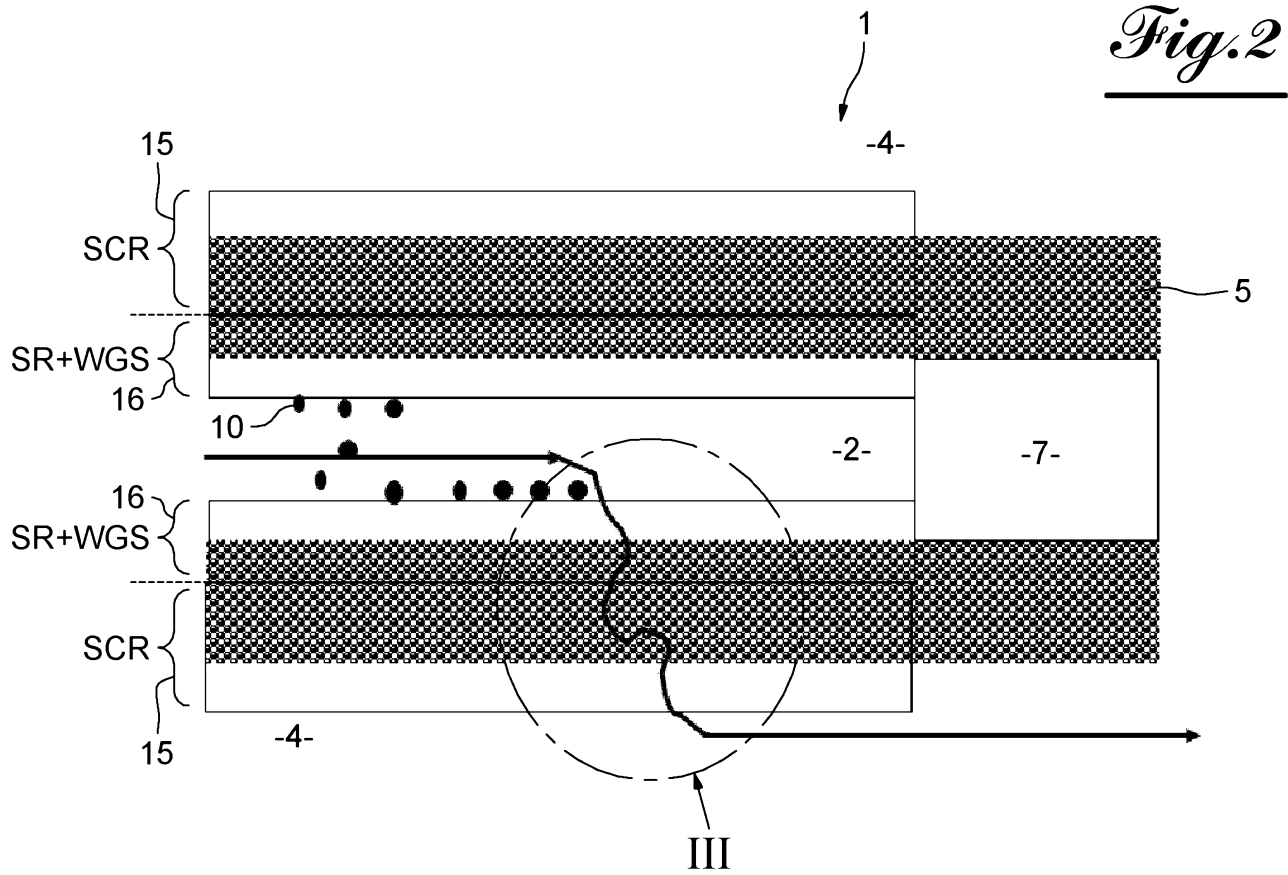
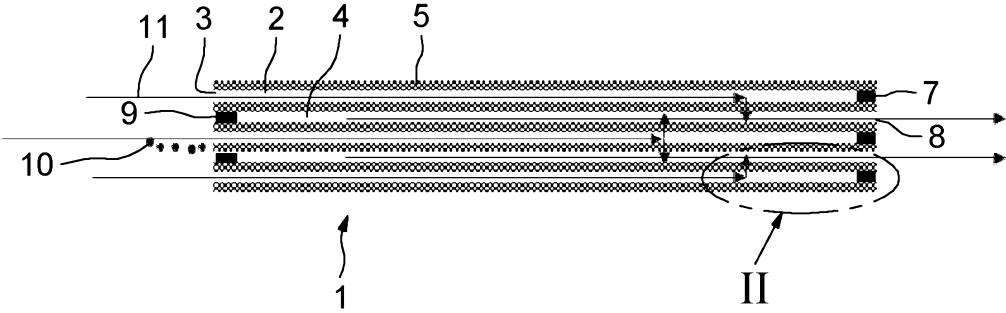
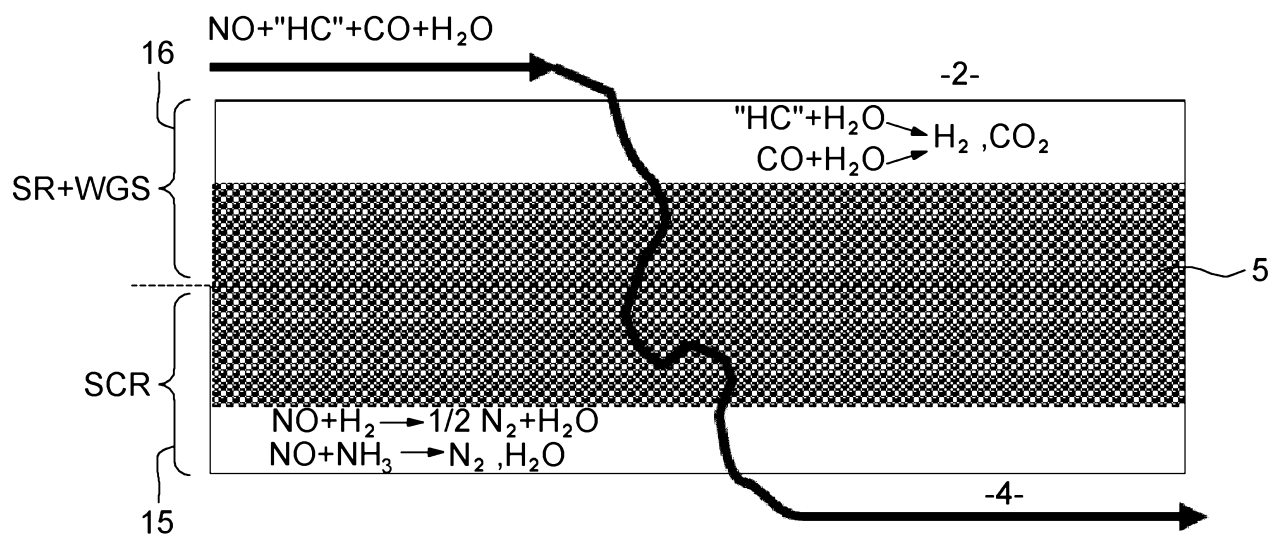
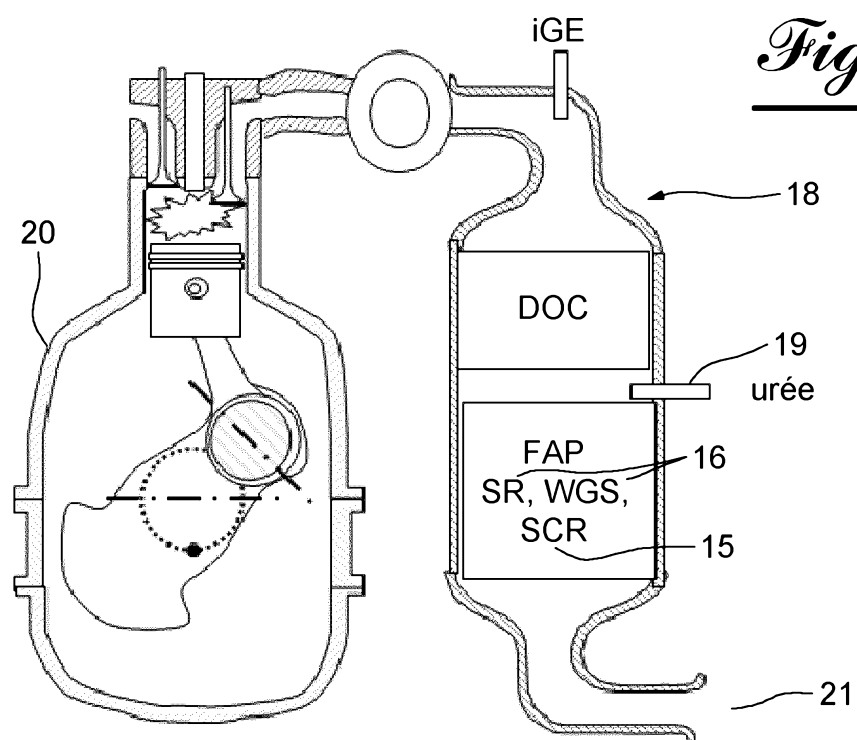


Fig.3*Fig.4*

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- ☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Le demandeur a maintenu les revendications.
- ☒ Le demandeur a modifié les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- ☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- ☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

DE 10 2009 056681 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US])
8 juillet 2010 (2010-07-08)

US 7 062 904 B1 (HU HAORAN [US] ET AL)
20 juin 2006 (2006-06-20)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT