

82550

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Brevet N°

du 25 juin 1980

Titre délivré : 24 OCT. 1980



Monsieur le Ministre
de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Industrielle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La soc.dite JOHNSON, MATTHEY & CO LIMITED, 43 Hatton Garden, (1)
London EC1N 8EE, Grande-Bretagne
représentée par E.Meyers & E.Freylinger, Ing.cons.en propr.ind., 46 rue (2)
du Cimetière, Luxembourg, agissant en qualité de mandataires
dépose ce vingt-cinq juin mil neuf cent quatre vingt (3)
à 15⁰⁰ heures, au Ministère de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes, à Luxembourg :
1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :
"Réduction des fumées et autres constituants nocifs contenus dans les (4)
gaz, et en particulier dans les gaz d'échappement"

déclare, en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :
1. Bernhard Edvard ENGA, Boyn Valley Road, Maidenhead, Berkshire, G.B. (5)
2. Edward Rigby MIDDLETON, 67 Wycombe Lane, Wooburn Green, High Wycombe,
Buckinghamshire, G.B.
3. Stephen Leslie CUTMORE, 12 Penroath Avenue, Reading, Berkshire, G.B.

2. la délégation de pouvoir, datée de London le 16 juin 1980
3. la description en langue française de l'invention en deux exemplaires ;
4. treize planches de dessin, en deux exemplaires ;
5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,
le vingt-cinq juin mil neuf cent quatre vingt
revendique pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
(6) brevet déposée(s) en (7) Grande-Bretagne
le vingt-neuf juin mil neuf cent soixante dix neuf sous le No 7922620 (8)
et sous le No 8010768 le trente et un mars mil neuf cent quatre vingt
au nom de la déposante (9)
élite domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
46 rue du Cimetière, Luxembourg (10)

sollicite la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes
susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à — mois.

Le 'un des mandataires

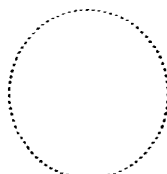
II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie Nationale
et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Industrielle à Luxembourg, en date du :

25 juin 1980

à 15⁰⁰ heures

Pr. le Ministre
de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes,
p. d.



82550

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Brevet N°
 du 25 juin 1980
 Titre délivré :



Monsieur le Ministre
 de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes
 Service de la Propriété Industrielle
 LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La soc.dite JOHNSON, MATTHEY & CO LIMITED, 43 Hatton Garden, (1)
London EC1N 8EE, Grande-Bretagne
représentée par E.Meyers & E.Freylinger, Ing.cons.en propr.ind., 46 rue (2)
du Cimetière, Luxembourg, agissant en qualité de mandataires
 dépose ce vingt-cinq juin mil neuf cent quatre vingt (3)
 à 15⁰⁰ heures, au Ministère de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes, à Luxembourg :
 1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :
"Réduction des fumées et autres constituants nocifs contenus dans les (4)
gaz, et en particulier dans les gaz d'échappement"

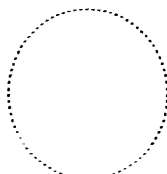
déclare, en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :
 1. Bernhard Edvard ENGA, Boyn Valley Road, Maidenhead, Berkshire, G.B. (5)
 2. Edward Rigby MIDDLETON, 67 Wycombe Lane, Wooburn Green, High Wycombe,
Buckinghamshire, G.B.
 3. Stephen Leslie CUTMORE, 12 Penroath Avenue, Reading, Berkshire, G.B.
 2. la délégation de pouvoir, datée de London le 16 juin 1980
 3. la description en langue française de l'invention en deux exemplaires ;
 4. treize planches de dessin, en deux exemplaires ;
 5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,
 le vingt-cinq juin mil neuf cent quatre vingt
revendique pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
 (6) brevet déposée(s) en (7) Grande-Bretagne
 le vingt-neuf juin mil neuf cent soixante dix neuf sous le No 7922620 (8)
et sous le No 8010768 le trente et un mars mil neuf cent quatre vingt
 au nom de la déposante (9)
élit domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
46 rue du Cimetière, Luxembourg (10)
 sollicite la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes
 susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à mois.
 Le un des mandataires

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Industrielle à Luxembourg, en date du :

25 juin 1980

à 15⁰⁰ heures



Pr. le Ministre
 de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes,
 p. d.

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il y a lieu «représenté par ...» agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7) pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

BL-2909/EM/BM

JC 708/A

3419 WIT 89

B R E V E T D ' I N V E N T I O N

Au nom de : JOHNSON, MATHEY & CO LIMITED

REDUCTION DES FUMÉES ET AUTRES CONSTITUANTS NOCIFS CONTENUS DANS LES GAZ,
ET EN PARTICULIER DANS LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT.

Invention : Bernard Edvard ENGA
Edward Rigby MIDDLETON
Stephen Leslie CUTMORE

✚ Priorités des demandes de brevets en GRANDE BRETAGNE n° 7922620 du 29 Juin 1979
✚ et n° 8010768 du 31 Mars 1980

REDUCTION DES FUMÉES ET AUTRES CONSTITUANTS NOCIFS CONTENUS DANS LES GAZ,
ET EN PARTICULIER DANS LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT.

La présente invention se rapporte à la réduction des fumées et autres constituants nocifs contenus dans les gaz, et en particulier dans les gaz d'échappement.

Les gaz produits par les générateurs à vapeur et par les moteurs à combustion interne contiennent souvent des particules finement divisées d'hydrocarbures, de carbone et/ou d'autres matières solides qui donnent lieu à la formation de fumées. Les fumées produites par un moteur diesel sont formées de particules solides/liquides (c'est-à-dire des particules solides revêtues d'une couche externe liquide), d'agrégats solides formés de particules, dont le diamètre est de l'ordre de 100 à 800Å, liées entre elles; de sulfates liquides; d'hydrocarbures liquides et d'hydrocarbures gazeux.

Les particules solides/liquides sont en général formées de particules de carbone ayant adsorbé des hydrocarbures liquides, tandis que les agrégats solides sont en général formés de composés organiques de haut poids moléculaire et/ou de sulfates minéraux.

Divers types de fumées peuvent être produits:

- les fumées blanches, produites lorsque le moteur est froid, qui résultent de la condensation de vapeur d'eau sur les particules contenues dans les gaz d'échappement, en formant un fin brouillard;
- les fumées noires, produites par les moteurs diesel lorsque le moteur s'est réchauffé, et qui contiennent une proportion relativement élevée de particules de carbone;
- les fumées bleues, qui contiennent un peu de carbone mais, également, une proportion relativement élevée de constituants organiques gazeux tels que par exemple des aldéhydes.

Environ 90% de ces particules génératrices de fumées ont des dimensions maxima inférieures à 1µ, ce qui est de l'ordre de grandeur des particules susceptibles d'être inhalées, tandis que les autres 10% présentent des dimensions maxima inférieures à 4µ.

La présente invention a pour objet un procédé permettant au moins de réduire la quantité de fumées contenues dans les effluents gazeux par oxydation catalytique des particules génératrices de fumées contenues dans ces gaz.

5 La présente invention a également pour objet un procédé permettant de réduire la quantité de particules et de gaz nocifs présents dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne.

La présente invention a encore pour objet un moteur à combustion interne, du type à essence ou diesel, modifié de sorte qu'il ne produise qu'une quan-
10 tité considérablement réduite de particules et de gaz nocifs.

Dans la présente description et dans les revendications auxquelles elle donne lieu, on entend par "polluants" les hydrocarbures, le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote formés par les moteurs à combustion interne, ainsi que les particules génératrices de fumées telles que définies ci-dessus.

15 Selon un premier mode de réalisation de l'invention, les moteurs à combustion interne comportent des moyens pour réduire les polluants contenus dans les gaz d'échappement produits par les moteurs comportant au moins un orifice d'échappement, ces moyens comprenant:

- un carter définissant une enceinte ou chambre contenant un catalyseur,
20 ce catalyseur étant formé d'un substrat constitué d'un matériau métallique filamenteux, tissé, tricoté ou broyé, d'une première couche d'un oxyde de métal réfractaire fixée sur le substrat et d'une seconde couche de matière catalytique appliquée sur la première couche;
- ladite enceinte comportant une ouverture d'entrée, communiquant avec
25 l'orifice d'échappement précité, par laquelle les gaz d'échappement émis par le moteur sont introduits dans ladite enceinte pour y être passés sur la masse catalytique, puis rejetés dans l'atmosphère après passage dans le tuyau d'échappement.

En général, l'oxydation catalytique des particules de carbone se produit
30 à environ 400°C, alors que les températures normales de combustion de telles particules sont de l'ordre de 700 à 800°C. Pour les particules d'hydrocarbures, l'oxydation catalytique se produit à des températures de l'ordre de 200°C.

La Demanderesse a étudié l'influence du catalyseur sur la température à
35 laquelle l'oxydation catalytique des particules entraînées dans le courant de gaz d'échappement d'un moteur diesel se produit. Un certain nombre d'échantillons catalytiques ont été préparés. Ces catalyseurs sont formés à partir d'un fil d'acier inoxydable 310 de 0,25 mm de diamètre, laminés jusqu'à l'état de ruban ayant une épaisseur de 0,01 mm, d'une couche
40 d'alumine et d'une couche d'un ou plusieurs métaux de la mine du platine

employé(s) en une proportion de l'ordre de 2,46 mg/g d'alumine.

Un morceau de ce fil revêtu, ainsi que des particules de matière provenant des gaz d'échappement d'un moteur diesel, sont soumis aux effets d'une température croissante dans la cuvette d'échantillonnage d'un colorimètre de
5 détermination différentielle (DSC) sous atmosphère d'argon contenant 1% d'oxygène. Des échantillons de l'atmosphère située au-dessus de cette cuvette sont amenés par un tube capillaire chauffé vers un spectromètre de masse.

On repère quatre valeurs de masses: anhydride carbonique (44), argon double charge (20), oxygène (32) et eau (18) ou azote et monoxyde de carbone (28).

10 La température à laquelle l'enregistrement différentiel du DSC présente un pic est celle à laquelle la combustion des particules se produit.

Cette température peut être considérée comme étant la température d'"extinction".

Les résultats obtenus sont les suivants:

15	Charge en alumine (g/g de fil)	Métal ou métaux catalytique(s)		Température d'extinction (°C)
	0,33	5,7% Rh	94,3% Pt	235
	0,28	67,0% Pt	33,0% Pd	207
	0,30	Pd		265
20	0,28	Pt		220

La température d'extinction des particules contenues dans les gaz d'échappement d'un moteur diesel est de l'ordre de 207 à 265°C, ce qui est très nettement inférieur à la température de combustion obtenue lorsque
25 aucun catalyseur n'est présent.

Comme la présence d'un catalyseur rend possible l'oxydation des particules génératrices de fumées se trouvant dans un gaz, à une température bien inférieure aux températures normales auxquelles la combustion se produirait, il n'est par conséquent pas nécessaire de prévoir un chauffage
30 pour effectuer l'oxydation catalytique des particules génératrices de fumées se trouvant dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne. Ceci est dû au fait que lorsque le moteur diesel fonctionne entre sa puissance moyenne et sa puissance maximum, sa température est de l'ordre de 400°C, et donc, aucun chauffage préalable au contact des gaz d'échappement
35 du moteur avec le catalyseur n'est nécessaire.

Le substrat métallique filamenteux peut être sous forme d'un fil et se trouve alors sous une forme permettant d'assurer un contact maximum du métal catalytique avec les gaz d'échappement. De préférence, le fil est sous une forme aplatie, en général obtenue par étirage préalable au dépôt de la
40 première couche et de la couche de métal catalytique.

Dans le fonctionnement d'un moteur diesel ou similaire, dans lequel un excès d'air ou d'oxygène est présent dans la chambre de combustion, il résulte du contact précité qu'une proportion substantielle des polluants tels que définis ci-dessus subit l'oxydation catalytique.

- 5 Un mode de disposition préféré du substrat à base de fil métallique dans la chambre précitée consiste à le placer de façon telle que l'on crée une turbulence dans les gaz effluents.

La présente invention a pour objet un procédé de réduction de la pollution due aux gaz d'échappement des moteurs à combustion interne, qui consiste
 10 à faire passer les gaz d'échappement provenant des cylindres du moteur dans une enceinte ou chambre contenant un catalyseur fixé sur un support ayant une forme telle que se produise une turbulence dans l'écoulement gazeux, et de sorte que les polluants présents dans les gaz d'échappement entrent au contact du catalyseur, et à ce qu'au moins une partie des particules et
 15 constituants nocifs présents subissent l'oxydation catalytique.
 De préférence, le moteur est un moteur diesel.

Les caractéristiques des moteurs à combustion interne conformes à la présente invention sont les suivantes:

- i) une enceinte ou chambre comprenant une paroi externe munie d'une pluralité d'ouvertures d'entrée destinées à être mises en relation avec
 20 les orifices d'échappement dudit moteur et munie d'une issue débouchant dans le conduit d'échappement des gaz;
- ii) un catalyseur fixé sur un support disposé de façon que les gaz d'échappement provenant des orifices d'échappement du moteur et circulant dans
 25 ladite enceinte ou chambre passent sur le catalyseur, ce catalyseur étant disposé de façon telle que l'écoulement du gaz d'échappement soit un écoulement turbulent au moins pendant le contact dudit gaz avec le catalyseur.

De préférence, le catalyseur employé en relation avec le moteur à combustion interne comprend:

- a) un substrat divisé qui est disposé sur le chemin de l'écoulement gazeux de façon à créer une turbulence dans le courant de gaz d'échappement;
- b) une première couche d'oxyde métallique réfractaire adhérent au substrat et disposée sur la surface du substrat; et
- 35 c) un métal catalytique choisi dans le groupe comprenant: Ru, Rh, Pd, Ir, Pt, Fe, Co, Ni, V, Cr, Mo, W, Y, Ce, ou leurs alliages, ainsi que les composés intermétalliques contenant au moins 20% en poids de un ou plusieurs desdits métaux disposés à la surface ou dans la masse de la première couche d'oxyde métallique.

La première couche d'oxyde métallique réfractaire contient de préférence, sous forme de leurs oxydes, un ou plusieurs des métaux appartenant à la liste comprenant Mg, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, les lanthanides, Ti, Zr, Hf, Th, Ta, V, Cr, Mn, Co, Ni, B, Al, Si et Sn.

5 La première couche d'oxyde est de préférence formée d' Al_2O_3 et d'hydrates d'alumine, quoique des oxydes stabilisants tels que BaO et des oxydes promoteurs d'activité catalytique tels que TiO_2 , ZrO_2 , HfO_2 , ThO_2 , Cr_2O_3 et NiO puissent également être présents.

10 Un mode de réalisation préféré du substrat de catalyseur selon l'invention consiste en une structure de tissu ou tricot obtenu à partir d'un fil et, de préférence encore, d'un tissu ou tricot obtenu à partir d'un fil ayant été étiré avant fabrication dudit tissu ou tricot. Des alliages convenables susceptibles d'être employés dans la fabrication du fil précité, sont des alliages d'un métal de base résistant à la corrosion et plus particulièrement à l'oxydation.

Des exemples de tels alliages de métal de base sont des alliages de nickel et de chrome ayant une teneur en agrégats Ni + Cr supérieure à 20% en poids et des alliages de fer comprenant au moins un des éléments suivants (en proportions pondérales):

- 20 • Cr (3 à 40%),
- Al (1 à 10%),
- Co (de traces à 5%),
- Ni (de traces à 72%),
- C (de traces à 0,5%).

25 De tels substrats sont décrits dans la demande de brevet allemand No.2 450 664.

D'autres exemples d'alliages de métal de base susceptibles de résister aux conditions rigoureuses requises sont les alliages fer-aluminium, chrome, contenant en outre de l'yttrium. Ce dernier type d'alliage peut contenir (en proportions pondérales):

- 30 • Al : 0,5 à 12%,
- Y : 0,1 à 3,0%,
- Cr : 0 à 20%,
- le reste consistant en fer.

De tels types d'alliages sont décrits dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique
35 No. 3 298 826.

Un autre type d'alliage Fe-Cr-Al-Y peut comprendre (en proportions pondérales):

- 40 Al : 0,5 à 4%,
- Y : 0,5 à 3%,
- Cr : 20,0 à 95%,
- Fer: complément.

Ce dernier type est décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique No. 3 027 252.

Selon une forme d'exécution de l'invention, les alliages de métal de base peuvent avoir une résistance à la corrosion inférieure, et donc, par exemple, consister en acier doux, auquel cas la surface des substrats doit être revêtue d'une composition de revêtement protecteur, ainsi qu'il est décrit dans la demande de brevet britannique No. 79-03 817.

Lorsque l'on emploie du fil en tant que substrat, son épaisseur doit être, de préférence, comprise entre 0,025 mm et 0,050 mm et, plus particulièrement, entre 0,025 mm et 0,030 mm.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le catalyseur est contenu dans une zone réactionnelle qui est disposée pratiquement selon l'axe de la chambre. Ce mode de réalisation est représenté sur la Figure 1. La paroi externe 1 de la chambre comporte des ouvertures 7, 8, 9 et 10, qui sont en relation continue avec les orifices d'échappement des cylindres du moteur et comporte, en outre, une issue 12 débouchant dans le tuyau d'échappement 11.

La zone de réaction 2, qui est maintenue dans la chambre à l'aide des entretoises 5 et 6, contient le catalyseur supporté 3. La zone de réaction est disposée de façon telle que les gaz d'échappement entrant dans la chambre ou enceinte doivent passer dans la zone de réaction, et donc entrer en contact intime et continu avec le catalyseur avant de quitter la chambre et pénétrer dans le tuyau d'échappement. Le déplacement des gaz d'échappement peut être matérialisé par les flèches F_1 à F_6 .

Les gaz de combustion s'échappant des cylindres du moteur par l'intermédiaire des orifices d'échappement prévus dans les cylindres et des ouvertures 7, 8, 9 et 10, passent dans la zone réactionnelle 2, puis quittent cette zone par le tuyau d'échappement 11. Une barre de retenue 4 est placée à la sortie de la zone de réaction pour que la masse catalytique reste en position.

Le support de catalyseur est de préférence un tricot dense obtenu à partir d'un fil. Il peut être sous forme d'un monolithe simple ou être formé d'éléments annulaires.

La première couche d'oxyde et la couche catalytique sont appliquées séparément à chaque élément ou après que ces éléments ont été reliés entre eux. Selon une autre forme d'exécution, le support, qu'il soit sous forme d'éléments distincts ou reliés entre eux, peut être revêtu des deux couches précitées après avoir été mis en place dans la zone réactionnelle.

Un autre mode de réalisation est représenté sur la Figure 2.

La paroi externe 21 de la chambre de catalyseur comporte des ouvertures 27, 28, 29 et 30, qui sont en relation continue avec les orifices d'échappement des cylindres, et comporte une issue 32 débouchant dans le tuyau d'échappement 31. Le catalyseur 23 comprend un support, une première couche et une couche de métal catalytique disposées de façon telle que les gaz d'échappement entrant dans la chambre contenant le catalyseur doivent passer sur la masse catalytique avant que les gaz d'échappement ne quittent la chambre et passent dans le tuyau d'échappement. Les gaz d'échappement circulent dans la chambre précitée selon le sens matérialisé par les flèches F_{41} , F_{42} , F_{43} , F_{44} et F_{45} . Ces gaz pénètrent dans la chambre selon les flèches F_{41} , F_{42} , F_{43} et F_{44} , puis passent sur la masse catalytique, et enfin quittent la chambre par le tube de sortie 22, ainsi que montré par la flèche F_{45} .

Dans ce mode de réalisation, le support du catalyseur est de préférence un tissu obtenu à partir d'un fil et mis sous forme d'éléments ou sous forme d'une seule unité. Si le support est sous forme d'éléments, par exemple ayant une forme comparable à celle des "doughnuts" (pets-de-nonnes), ceux-ci sont en général réunis entre eux avant que le support ne soit placé dans la chambre. Une extrémité de la zone contenant le support est fermée, par exemple par soudage, à l'aide d'un disque 26, tandis qu'à l'autre extrémité un disque annulaire 25 maintient le support en position. Le catalyseur fixé sur un appareil est disposé dans la chambre catalytique ainsi que cela est montré sur la Figure 2, par fixation des extrémités, fermées par les disques 25 et 26, aux parois externes de la chambre.

Pour s'assurer que le support ne s'effondre pas, on prévoit dans la chambre de catalyseur un tube de sortie cylindrique perforé 22, laissant passer les gaz d'échappement et les laissant s'échapper par le tuyau d'échappement 31. Le tube 22 peut être formé d'un tissu dense métallique ou encore d'un manchon métallique comportant des perforations ou trous.

La Figure 3 montre un mode de réalisation dans lequel, au lieu d'un tube de sortie cylindrique axial, on dispose dans ladite chambre une série de cinq barres rigides, 100-500, disposées sur toute la longueur de la chambre. Ces barres sont disposées en positions fixées les unes par rapport aux autres, de façon à ce que le catalyseur fixé sur un support soit maintenu rigidement en place grâce aux plaques d'espacement 600. Les plaques d'espacement, placées par paires, relient entre elles trois des cinq barres et forment en général des angles droits entre elles, c'est-à-dire sont disposées le long d'un diamètre du tube de sortie cylindrique axial.

Il est possible d'employer deux ou plus de deux paires de plaques d'écartement, et elles sont en général disposées à intervalles réguliers sur la longueur de la chambre.

Selon une forme d'exécution de l'invention, des plaques d'écartement peuvent être employées à la place de tiges où il faut qu'elles soient continues sur toute la longueur de la chambre, ainsi que ceci est représenté sur la Fig.4. Les tiges et les plaques d'écartement doivent être construites en un matériau résistant à l'oxydation jusqu'à une température d'au moins 800°C.

Une autre forme d'exécution de l'invention est représentée sur la Figure 2A, sur laquelle, à des fins de simplification, seules deux ouvertures d'entrée des gaz d'échappement ont été représentées. La paroi externe 100 de la chambre du catalyseur comporte des ouvertures 101 et 102, en relation continue avec les orifices d'échappement des cylindres et comporte une issue 103 débouchant dans le tuyau d'échappement. Le catalyseur 104 est formé d'un support, d'une première couche et d'une couche de métal catalytique et il est disposé de façon telle que les gaz d'échappement aient à passer sur le catalyseur avant de quitter la chambre. Le catalyseur est disposé dans la chambre contenant des plaques d'espacement 105 ainsi que décrit ci-dessus. Une extrémité des plaques d'échappement 109 est fixée à la paroi 100 de la chambre, alors que l'autre extrémité des plaques comporte un disque ou plaque métallique placé de façon telle qu'aucune trace de gaz ne peut quitter la chambre sans passer sur le catalyseur. Le gaz d'échappement pénètre dans la chambre par les ouvertures 101 et 102 et, après passage dans les manchons 106 et 107, passe dans l'espace interne 110 formé par les plaques d'espacement 105. Les gaz d'échappement passent au travers du catalyseur selon une direction dirigée vers l'extérieur, puis quittent la chambre par l'issue 103. Ce sens de déplacement des gaz d'échappement est matérialisé par les flèches F_{90} à F_{109} .

Le support du catalyseur est de préférence obtenu à partir d'un tricot de fil mis sous forme de quatre éléments ou trois unités. Si le support est formé d'éléments, par exemple d'éléments ayant l'aspect de doughnuts (pets-de-nonnes), ceux-ci sont en général liés entre eux avant que le support ne soit placé dans la chambre.

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante et des exemples donnés à titre illustratif mais non-limitatif.

15

EXEMPLE 1

Afin de montrer les résultats auxquels le mode de fonctionnement selon la présente invention conduit, on utilise un moteur à cylindres multiples (ayant une capacité de 2000 cm³) d'une automobile à moteur diesel disponible dans le commerce.

Une chambre de catalyse conforme au premier mode de réalisation de la présente invention (celui qui est représenté sur la Figure 1), est disposée sur le moteur. Un support catalyseur formé de mailles est tricoté et fabriqué à partir d'un fil ayant la composition suivante:

	<u>% en poids</u>
Cr	15
Al	4
Y	0,3
Fe	en complément

On dépose sur ce support une première couche formée d'alumine gamma, stabilisée par 5% en poids de BaO, puis une deuxième couche consistant en un métal catalytique formé de platine et de palladium. Le rapport Pt/Pd est de 1/1, et la charge Pt+Pd, exprimée par rapport au poids total du catalyseur, est de 2,5g; le volume de masse catalytique utilisée est de 1344 cm³.

Les résultats auxquels on parvient sont obtenus par fonctionnement du moteur selon le cycle diesel LA4. Les hydrocarbures, le monoxyde de carbone, les oxydes de carbone et les particules présentes dans les gaz d'échappement émis sont déterminés en g/mile, c'est-à-dire en fait, en grammes pour 1,6 km. Des essais témoins, effectués à titre de comparaison, sont effectués sur le même appareillage sans que la chambre ne contienne de catalyseur, la différence de pression étant réglée à la même valeur que celle du catalyseur présent.

Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau I suivant:

TABLEAU I

	Hydrocarbures (g/1,6 km)	CO (g/1,6 km)	NOx (g/1,6 km)	Particules (g/1,6 km)
Essais témoins ...	1,54	1,93	1,53	0,85
Moteur modifié ..	0,214	1,892	0,979	0,44

On constate que la différence de pression est trop élevée.

EXEMPLE 1A

D'autres essais sont effectués sur le même catalyseur que celui de l'Exemple 1, ci-dessus. L'émission de particules dans le cas du test témoin utilisant le même véhicule est effectuée en quatre essais et exprimée en g/1,6 km. On effectue également dans ces essais des déterminations thermogravimétriques du pourcentage de carbone et de volatils, ainsi que du sulfate, en g/1,6 km, contenus dans ces particules.

Les résultats obtenus sont les suivants:

ESSAIS TEMOINS

ESSAI No.	Particules (g/1,6 km)	Pourcentage de carbone	Pourcentage de volatils	Sulfates (g/1,6 km)
1	0,582	62,5	37,5	0,015
2	0,512	58,0	42,0	0,011
3	0,509	59,6	40,4	0,012
4	0,482	61,8	38,2	0,012

LEGENDE: Toutes les mesures ci-dessus sont effectuées sur un cycle de fonctionnement LA4 à chaud.

Pendant ces essais témoins, on détermine également la teneur en hydrocarbures, CO et NOx, ce qui conduit aux résultats suivants:

ESSAI No.	Hydrocarbures (g/1,6 km)	CO (g/1,6 km)	NOx (g/1,6 km)
1	0,350	1,564	1,775
2	0,330	1,529	1,803
3	0,354	1,561	1,786

On construit une chambre catalytique adaptée aux contraintes du véhicule sans modification du compartiment de sortie du moteur.

Cela conduit à un volume catalytique de 0,9 que l'on a prévu ne pas convenir mais sur lequel on a effectué les tests.

Les résultats obtenus sont les suivants:

ESSAI No.	Particules (g/1,6 km)	Pourcentage de carbone	Pourcentage de volatils	Sulfate (g/1,6 km)
1	0,494	79,4	20,6	0,036
2	0,441	76,4	23,6	0,037
3	0,444	75,3	24,7	0,035
4	0,515	67,3	32,7	0,055
5	0,466	63,4	36,6	0,064
6	0,492	76,1	23,9	0,051

LEGENDE: Le véhicule a effectué 800 km sur route préalablement au premier essai et la totale période de l'essai est accomplie dans des conditions simulées de conduite en ville sur le cycle LA4.

Les cas obtenus quant à la teneur en hydrocarbures, CO et NOx sont les suivants:

ESSAI No.	Hydrocarbures (g/1,6 km)	CO (g/1,6 km)	NOx (g/1,6 km)
1	0,224	0,979	1,892
2	0,238	1,073	1,874
3	0,215	0,981	2,014

EXEMPLE 2

Une deuxième chambre catalytique selon le second mode de réalisation (Figure 2) est fixée sur le moteur. Un support en mailles tricotées, obtenu à partir du même fil que celui qui est utilisé dans l'Exemple 1, revêtu de gamma alumine, est utilisé. La couche de métal catalytique est formée de rhodium (7,5% en poids) et de platine (92% en poids).

Le volume total du catalyseur est de 1760 cm³. Le poids de support utilisé est d'environ 1,6 kg et on y fixe 5g d'alumine et 2,9g des métaux catalyseurs Rh et Pt dans le rapport précité. Les essais témoins sont effectués en l'absence de catalyseur, la chambre étant toutefois fixée au moteur.

Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau II, ci-après; ils sont effectués dans des conditions de fonctionnement du moteur selon le cycle LA4 fonctionnant avec un démarrage à chaud.

TABLEAU II

	Hydrocarbures (g/1,6 km)	CO (g/1,6 km)	NOx (g/1,6 km)	Particules (g/1,6 km)
Essais témoins	0,35	1,55	1,8	0,57
Moteur modifié	0,2	0,5	2,1	0,31

La différence de pression lorsqu'aucun catalyseur n'est présent dans la chambre, est de 6 cm de mercure, et de 8,75 cm de mercure lorsque le catalyseur est présent dans la chambre. Le rapport atomique C/H des particules présentes dans les gaz d'échappement, avant et après passage à travers la chambre catalytique, est mesuré.

Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau III suivant, qui correspond au cas d'un démarrage à chaud du moteur.

TABLEAU III

← Rapport C/H des particules présentes dans le gaz d'échappement ←

	Avant catalyse	Après catalyse
C	63	80
H	37	20

Ceci constitue une mesure du taux de réduction de la teneur en composés organiques des gaz d'échappement. La concentration en sulfate présent dans les gaz d'échappement avant et après catalyse est également mesurée, et on constate qu'elle n'est pas modifiée.

Le Tableau IV ci-dessous contient des résultats de mesure effectués dans les mêmes conditions que ci-dessus mais avec départ à froid du moteur.

TABLEAU IV

	Hydrocarbures (g/1,6 km)	CO (g/1,6 km)	NOx (g/1,6 km)	Particules (g/1,6 km)
Essais témoins	0,41	1,3	1,9	0,62
Moteur modifié	0,242	0,274	1,86	0,42
Moteur modifié	0,218	0,252	1,86	0,4

La composition des particules présentes dans les gaz d'échappement est donnée dans le Tableau V, ci-dessous, pour un départ à froid du moteur.

TABLEAU V

5		Sulfates (g/1,6 km)	Carbone (g/1,6 km)	Hydrocarbures adsorbés (g/1,6 km)
	Essais témoins ...	0,11	0,34	0,165
10	Moteur modifié ...	0,11	0,28	0,025

Les résultats consignés dans les Tableaux II, III, IV et V, ci-avant, sont obtenus sur un moteur diesel d'une automobile disponible dans le commerce. Le moteur a été modifié par adaptation d'une chambre de catalyse, ainsi qu'il a été décrit ci-dessus. On fait effectuer à l'automobile un circuit de 800 km avant de le faire fonctionner selon le cycle taxi, avec une vitesse maximum de 40 km/h.

D'autres essais, sont effectués sur un moteur diesel d'automobile disponible dans le commerce. La chambre de catalyse, semblable au second mode de réalisation décrit sur la Figure 2, est fixé sur le moteur. Le support est formé à partir d'un fil en acier inoxydable 310, d'un diamètre de 0,25 mm, aplati à une épaisseur de 0,1 mm avant le tricotage. Le support est revêtu d'une première couche de gamma alumine. La couche de métal catalytique est formé de rhodium (5,7%) et de platine (94,3%).

Exprimée par rapport à la masse du catalyseur, la proportion de métal catalytique est de 0,9 mg/cm³. Le poids du fil utilisé représente 3200g et le poids de la première couche est de 1200g. Le volume total du catalyseur utilisé est de 3472 cm³.

Le poids des particules présentes dans les gaz d'échappement est déterminé par passage d'un volume connu de gaz d'échappement dans une zone de dilution où il est dilué avec un volume déterminé d'air, afin d'éviter que des solides ne précipitent avant passage sur une masse filtrante. Le poids des particules ainsi séparées est exprimé en g/h. On analyse, en outre, les particules présentent dans les gaz d'échappement en vue d'en obtenir leur poids thermogravimétrique, et on détermine également le poids de constituants volatils, hydrocarbures, carbone et sulfate présents. A l'aide de la méthode précitée, on obtient un certain nombre de masses filtrantes. Le poids de sulfate contenu dans les particules est déterminé par analyse chimique par voie humide.

Un autre échantillon est placé dans une balance thermogravimétrique; l'échantillon est chauffé sous atmosphère inerte jusqu'à une température de 780°C afin d'obtenir un poids constant. La perte en poids entre le poids initial et le poids nouveau donne la proportion de constituants volatils présents.

- 5 De l'air est alors introduit dans l'enceinte et le chauffage est poursuivi jusqu'à ce que le poids soit à nouveau constant. La différence entre ce poids et le poids constant précédent donne le poids de carbone présent. Le reste est formé de cendres et de matériaux non-combustibles tels que le fer.

- 10 Les essais témoins sont effectués en substituant la chambre contenant le catalyseur par un conduit relié au moteur. Les essais sont effectués sur un moteur fonctionnant dans les conditions suivantes:

— Cycle diesel LA4 départ à froid — Tableau VI. →

— Cycle diesel LA4 départ à froid — Tableau VII. →

- 15 — Essai de fonctionnement sur autoroute — Tableau VIII. →

L'essai sur autoroute utilisé est le cycle standard employé aux Etats-Unis pour des essais de consommation de carburant.

- Les résultats consignés dans les Tableaux VI et VII, ci-après, sont représentés par des graphiques sur les Figures 5 à 9, pour le cycle LA4 à départ à froid et sur les Figures 10 à 14, pour le cycle LA4 à départ à chaud. (Les courbes correspondant aux essais témoins sont représentées en pointillés, tandis que les essais effectués sur le moteur modifié sont représentés en traits pleins).

- 25 La réduction de la concentration en particules (déterminées en g/1,6 km dans un moteur I C conforme à la présente invention est représentée dans la colonne 3. La réduction en carbone et hydrocarbures adsorbés présents dans les particules est représentée dans les colonnes 7 et 9, respectivement. La colonne relative au sulfate montre une augmentation dans certains cas, mais le niveau absolu de l'émission reste très faible.

- 30 La mesure de la différence de pression est déterminée. Ceci est la différence entre la pression des gaz à l'orifice d'échappement des cylindres et lorsqu'ils quittent la chambre.

- Les résultats sont consignés dans le Tableau IX, ci-après, qui correspond au cas où le moteur fonctionne selon le cycle LA4, et dans le Tableau X, également ci-après, dans le cas où le moteur fonctionne selon l'essai dit "sur autoroute". →

TABEAU VI

→ Cycle LA 4 départ à froid →

Kilomètres		Particules totales (g/1,6 km)	Pourcentage de différence	Sulfate (g/1,6 km)	Pourcentage de différence	Hydrocarbures adsorbés (g/1,6 km)	Pourcentage de différence	Carbone (g/1,6 km)	Pourcentage de différence
0	Essai témoin	0,636		0,009		0,2404		0,3880	
0	Moteur modifié	0,286	- 55,0	0,0094	+ 44,0	0,043	- 82,1	0,234	- 39,7
960		0,283	- 55,5	0,0176	+ 95,6	0,0537	- 77,6	0,2117	- 45,4
1 920		0,340	- 46,5	0,0121	+ 34,5	0,0722	- 69,9	0,2557	- 34,1
2 880		0,221	- 65,3	0,00994	+ 10,4	0,0316	- 86,6	0,1795	- 53,7
4 800		0,314	- 50,6	0,0233	+ 158,9	0,0653	- 72,8	0,2255	- 41,9
5 760		0,418	- 34,3	0,066	+ 633,3	0,1323	- 44,9	0,2199	- 43,3
6 720		0,364	- 42,8	0,0199	+ 121,1	0,0380	- 84,2	0,3061	- 21,1
7 840		0,279	- 56,1	0,01	+ 11,1	0,0522	- 78,3	0,2168	- 44,1
8 160	Essai témoin	0,692		0,0259		0,2038		0,4623	
8 800	Moteur modifié	0,264	- 61,9	0,0139	- 46,3	0,0487	- 76,1	0,2014	- 56,4
9 760		0,316	- 54,3	0,0375	+ 44,8	0,0677	- 66,8	0,2108	- 54,4
13 600		0,306	- 55,8	0,0152	- 41,3	0,0439	- 78,5	0,247	- 46,6
20 000	Essai témoin	0,649		0,0231		0,201		0,424	
20 000	Moteur modifié	0,309	- 52,4	0,0192	- 16,9	0,0491	- 75,6	0,241	- 43,2

TABLEAU VII

Cycle LA4 départ à chaud

Kilomètres		Particules totales (g/1,6 km)	Pourcentage de différence	Sulfate (g/1,6 km)	Pourcentage de différence	Hydrocarbures adsorbés (g/1,6 km)	Pourcentage de différence	Carbone (g/1,6 km)	Pourcentage de différence
0	Essai témoin	0,572		0,00802		0,230		0,334	
0	Moteur modifié	0,264	- 53,8	0,0066	- 17,7	0,043	- 81,3	0,214	- 35,9
960		0,215	- 62,4	0,0075	- 6,5	0,0362	- 84,3	0,1714	- 48,7
1 920		0,238	- 58,4	0,00729	- 9,1	0,0465	- 84,1	0,1942	- 41,9
2 080		0,205	- 64,2	0,00944	+ 17,7	0,0328	- 85,7	0,1628	- 51,0
4 800		0,311	- 45,6	0,035	+ 336,4	0,0608	- 73,6	0,2152	- 35,6
5 760		0,304	- 46,9	0,041	+ 411,2	0,0705	- 69,3	0,1927	- 42,3
6 720		0,283	- 50,5	0,0229	+ 185,5	0,0272	- 88,2	0,233	- 30,2
7 840		0,263	- 54,0	0,0146	+ 82,0	0,0304	- 86,8	0,218	- 34,7
8 160	Essai témoin	0,548		0,0193		0,1955		0,3332	
8 800	Moteur modifié	0,227	- 58,6	0,0191	- 1,0	0,0304	- 84,5	0,1775	- 46,7
9 760		0,266	- 51,5	0,037	+ 91,7	0,026	- 86,7	0,203	- 39,0
13 600		0,278	- 49,3	0,0182	- 5,7	0,0299	- 84,7	0,23	- 30,9
20 000	Essai témoin	0,521		0,0165		0,209		0,296	
20 000	Moteur modifié	0,286	- 45,1	0,013	- 21,2	0,0349	- 83,3	0,238	- 19,6

TABLEAU VIII

→ Fonctionnement sur autoroute ←

Kilomètres		Particules totales (g/1,6 km)	Pourcentage de différence	Sulfate (g/1,6 km)	Pourcentage de différence	Hydrocarbures adsorbés (g/1,6 km)	Pourcentage de différence	Carbone (g/1,6 km)	Pourcentage de différence
0	Essai témoin	0,532		0,0169		0,206		0,309	
2 880	Moteur modifié	0,355	- 33,3	0,0557	+ 229,6	0,0782	- 62,0	0,221	- 28,5
9 760	Essai témoin	0,493		0,0176		0,1693		0,306	
9 760	Moteur modifié	0,898	+ 82,1	0,129	+ 633,0	0,0227	- 86,6	0,746	+ 143,8
13 600	Essai témoin	0,616		0,0285		0,2234		0,3641	
13 600	Moteur modifié	0,554	- 10,1	0,0351	+ 23,2	0,0995	- 55,5	0,419	+ 15,1
20 000	Essai témoin	0,625		0,031		0,2301		0,3639	
20 000	Moteur modifié	0,373	- 40,3	0,042	+ 35,5	0,0981	- 57,4	0,232	- 36,3

5

TABLEAU IX

10

15

20

25

30

35

Kms couverts	Pression de retour en centimètres de mercure			
	Essai témoin		Après passage sur catalyseur	
	maximum	moyenne	maximum	moyenne.
D é p a r t à c h a u d				
0	7,80	1,58	7,20	1,88
2 880			8,55	2,50
6 720			9,50	2,45
7 840			9,18	2,28
8 800			13,38	4,75
9 760	6,05	1,63	11,45	3,57
13 600			8,27	2,40
20 000			5,95	2,13
D é p a r t à f r o i d				
0	6,60	1,20	8,85	2,15
2 880			7,88	2,87
6 720			11,50	2,40
7 840			11,25	2,38
8 800			12,15	4,13
9 760	12,10*	1,53	11,55	3,45
13 600			8,20	2,40
20 000			6,25	2,08

* Valeur élevée probablement due à la formation de dépôts de suie.

5

TABLEAU X

10

Kms couverts	Pression de retour en centimètres de mercure			
	Essai témoin		Après passage sur catalyseur	
	maximum	moyenne	maximum	moyenne
2 280			8,35	4,95
9 760	5,0	2,75	10,13	7,25
13 600			7,80	5,00

15

20

TABLEAU XI

25

30

Kms couverts	Pression de retour en centimètres de mercure			
	Essai témoin		Après passage sur catalyseur	
	maximum	moyenne	maximum	moyenne
0	7,2	1,40	8,00	2,00
13 600	11,2	1,53	11,55	3,45

Dans la description qui précède, les abréviations suivantes ont été utilisées, et on donne ci-dessous leur signification:

CVS = échantillon de volume constant.

- 5 LA4 = Cycle dit de Los Angeles tel que défini par l'Agence de Protection de l'Environnement (EPA) et les Etats-Unis.
- Il s'agit d'un cycle témoin standard, destiné à simuler la conduite dans des conditions de fonctionnement du trafic à Los Angeles. C'est en fait un test auquel tous les nouveaux véhicules sont soumis.

- 10 Cycle Taxi = Cycle témoin d'environ 80 km de long, approuvé par l'Agence de protection de l'Environnement, effectué à une vitesse lente, de l'ordre de 40 km/h. Il inclut des périodes pendant lesquelles le véhicule est stationnaire et le moteur tourne à vide.

- 15 Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux exemples et modes de mise en oeuvre mentionnés ci-dessus; elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art, suivant les applications envisagées et sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'invention.



REVENDEICATIONS

1.- Moteur à combustion interne comprenant des moyens pour réduire les polluants contenus dans les gaz d'échappement produits par des moteurs comportant au moins un orifice d'échappement, ces moyens comprenant un carter
5 définissant une enceinte ou chambre contenant un catalyseur, ce catalyseur étant formé d'un substrat constitué d'un matériau métallique filamenteux, tissé, tricoté ou broyé, d'une première couche d'un oxyde de métal réfractaire fixéesur le substrat et d'une seconde couche de matière catalytique appliquée sur ladite première couche, ladite enceinte comportant, en outre,
10 une ouverture d'entrée communiquant avec l'orifice d'échappement précité par laquelle les gaz d'échappement émis par le moteur sont introduits dans ladite enceinte pour y être passés sur la masse catalytique préalablement à leur rejet dans l'atmosphère après passage dans le système d'échappement.

2.- Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le carter
15 comprend un certain nombre d'ouvertures correspondant au nombre d'orifices d'échappement du moteur.

3.- Moteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens sont disposés en regard des orifices d'échappement du moteur.

4.- Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé
20 en ce que le substrat métallique est disposé de façon à établir un contact maximum entre le matériau catalytique et les gaz d'échappement.

5.- Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le matériau catalytique est un métal ou alliage métallique ou une composition contenant deux ou plusieurs métaux et/ou oxydes de ces métaux.

25 6.- Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le substrat métallique est sous la forme d'un ruban ayant au moins deux faces planes opposées.

7.- Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière métallique filamenteuse est sous la forme d'un fil.

30 8.- Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le substrat métallique est disposé de façon à provoquer une turbulence dans l'écoulement des gaz d'échappement quittant la chambre.

9.- Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la couche d'oxyde métallique réfractaire est choisie dans le
35 groupe comprenant: Mg, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, les lanthanides, Ti, Zr, Hf, Th, Ta, V, Cr, Mn, Co, Ni, B, Al, Si et Sn.

10.- Moteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que la première couche est formé d'au moins un des constituants suivants: Al_2O_3 , hydrates d'alumine, BaO , TiO_2 , ZrO_2 , HfO_2 , ThO_2 ou Cr_2O_3 .

5 11.- Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le substrat est formé d'un alliage résistant à la corrosion contenant un métal de base.

12.- Moteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que le substrat est formé d'un alliage contenant du nickel et du chrome, comprenant une teneur en agrégat nickel plus chrome supérieure à 20% en poids.

10 13.- Moteur selon la revendication 12, caractérisé en ce que le substrat est formé d'un alliage de fer comprenant au moins un des éléments suivants, dont la teneur est exprimée en proportions pondérales:

- | | |
|-------------|------------------------|
| • chrome | = 1 à 40% |
| • aluminium | = 1 à 10% |
| • cobalt | = traces jusqu'à 5% |
| 15 • nickel | = traces jusqu'à 72% |
| • carbone | = traces jusqu'à 0,5%. |

14.- Moteur selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'alliage de métal de base comprend de l'yttrium en une proportion de l'ordre de 0,1 à 3,0% en poids.

20 15.- Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le substrat est formé d'un matériau métallique présentant une épaisseur comprise entre 0,025 mm et 0,05 mm.

25 16.- Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que le matériau catalytique est un métal choisi dans le groupe comprenant: Ru, Rh, Pd, Ir, Pt, Fe, Co, Ni, V, Cr, Mo, W, Y, Ce, ainsi que des alliages contenant au moins un desdits métaux et des composés intermétalliques contenant au moins 20% en poids d'un ou plusieurs desdits métaux.

17.- Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 16 fonctionnant selon le cycle de combustion diesel.

30 18.- Procédé de réduction des polluants contenus dans les gaz d'échappement provenant de moteurs à combustion interne, qui consiste à faire passer lesdits gaz d'échappement provenant des cylindres desdits moteurs dans une chambre contenant un catalyseur fixé sur un support ayant une configuration telle qu'une turbulence soit créée dans l'écoulement gazeux, et en ce que
35 les polluants présents dans les gaz d'échappement entrent au contact dudit catalyseur, et en ce qu'au moins une partie des particules des constituants nocifs subisse une oxydation catalytique.

