

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication : 2 968 708

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 10 60516

51 Int Cl<sup>8</sup> : F 01 N 3/20 (2012.01), F 01 N 3/08, 3/035

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 14.12.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 15.06.12 Bulletin 12/24.

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

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

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

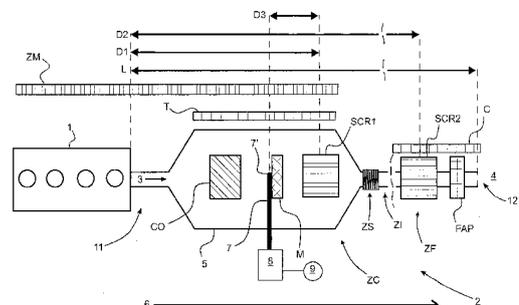
72 Inventeur(s) : FERRAND NICOLAS, CHAPEL  
JULIEN et CHEVALIER PHILIPPE.

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

74 Mandataire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES  
SA.

54 LIGNE D'ÉCHAPPEMENT POUR VÉHICULE AUTOMOBILE ET MÉTHODE D'ÉPURATION DE GAZ  
D'ÉCHAPPEMENT PRODUITS PAR UN MOTEUR THERMIQUE ÉQUIPANT CE VÉHICULE.

57 L'invention a pour objet une ligne d'échappement (2) de gaz d'échappement produits par un moteur thermique (1). Cette ligne d'échappement (2) comprend un conduit (5) de circulation des gaz d'échappement (3) équipée d'au moins deux éléments SCR (SCR1; SCR2), qui sont disposés en série sur le conduit (5) en amont d'un filtre à particules (FAP), et qui sont structurellement séparés l'un de l'autre par une zone intermédiaire (ZI) de la ligne d'échappement (2). Les gaz d'échappement (3) mélangés à un réactif réducteur préalablement injecté circulent successivement à travers un élément SCR amont, à travers la zone intermédiaire (ZI) où ils sont homogénéisés puis à travers un élément SCR aval (SCR2).



FR 2 968 708 - A1



**LIGNE D'ÉCHAPPEMENT POUR VÉHICULE AUTOMOBILE ET MÉTHODE D'ÉPURATION DE  
GAZ D'ÉCHAPPEMENT PRODUITS PAR UN MOTEUR THERMIQUE ÉQUIPANT CE  
VÉHICULE.**

[0001] La présente invention est du domaine de l'épuration des gaz d'échappement que produit  
5 un moteur thermique, équipant un véhicule automobile notamment, et relève plus particulièrement  
des modalités de traitement par réduction catalytique sélective de composants nocifs que  
comportent ces gaz d'échappement. Elle a pour objet une ligne d'échappement équipée d'organes  
de traitement des gaz d'échappement pour leur épuration préalablement à leur rejet dans  
10 l'atmosphère, et une méthode d'épuration des gaz d'échappement mettant en œuvre une telle ligne  
d'échappement, notamment par réduction catalytique sélective pour éliminer des oxydes d'azotes  
qu'ils contiennent.

[0002] Dans le domaine automobile, un moteur thermique équipant un véhicule est producteur  
de gaz d'échappement qui sont rejetés à l'air libre et qui comportent des composants nocifs qu'il  
est nécessaire de traiter préalablement à leur rejet dans l'atmosphère. Le véhicule est équipé d'une  
15 ligne d'échappement qui comprend un conduit de circulation des gaz d'échappement depuis le  
moteur thermique vers l'extérieur du véhicule automobile, et divers organes pour traiter les gaz  
d'échappement et les épurer préalablement à leur rejet.

[0003] Parmi les composants nocifs à traiter que comprennent les gaz d'échappement, on  
connaît les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ,  $x$  étant égal à 1 et/ou 2) qui doivent être réduits pour éviter leur  
20 rejet à l'air libre. Il est connu d'exploiter un système de réduction catalytique sélective, dénommé  
SCRS d'après l'acronyme anglais « Selective Catalytic Reduction system », pour réduire les oxydes  
d'azote en azote et en vapeur d'eau. Un réactif réducteur est injecté dans le conduit en étant  
mêlé aux gaz d'échappement, ce mélange circulant vers un élément catalyseur spécifique,  
dénommé élément SCR d'après l'acronyme anglais « Selective Catalytic Reduction », qui est  
25 disposé en aval de l'injecteur selon le sens d'écoulement des gaz d'échappement à l'intérieur de la  
ligne d'échappement. Selon un premier cas, le réactif réducteur comprend de l'urée ou est un  
précurseur de l'urée ou autre agent analogue. L'urée contenue à l'intérieur du réactif réducteur est  
dissociée en ammoniac, par pyrolyse à  $120^\circ\text{C}$  et par hydrolyse à  $180^\circ\text{C}$ , l'ammoniac réduisant en  
azote et en eau les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) contenus dans les gaz d'échappement. Selon un  
30 deuxième cas, le réactif réducteur injecté est de l'ammoniac, qui est directement exploité par  
l'élément SCR pour réduire les oxydes d'azote. L'élément SCR est notamment formé d'un corps  
agencé en pain, en brique ou autre corps analogue notamment imprégné d'un agent réactif, qui est  
susceptible d'être placé en amont ou en aval d'un filtre à particules. Selon des agencements  
déterminés de la ligne d'échappement, une filtration des particules contenues dans les gaz  
35 d'échappement est susceptible d'intervenir préalablement ou postérieurement à la mise en œuvre  
de l'épuration des gaz d'échappement par le système de réduction catalytique sélective SCRS. Les  
positions relatives amont et aval entre l'élément SCR et le filtre à particules sur la ligne  
d'échappement sont choisies en fonction de résultats spécifiquement recherchés et des divers

organes de traitement des gaz d'échappement que comporte la ligne d'échappement pour le traitement global des gaz d'échappement.

5 [0004] Les notions amont et aval sont à comprendre au regard du sens d'écoulement des gaz d'échappement le long de la ligne d'échappement depuis le moteur thermique vers le débouché du conduit sur l'environnement extérieur du véhicule.

10 [0005] Parmi les composants nocifs à traiter que contiennent les gaz d'échappement, sont aussi présents les hydrocarbures imbrûlés et le monoxyde de carbone, qui doivent être oxydés pour éviter leur rejet à l'air libre. Il est connu d'exploiter un catalyseur d'oxydation qui comportent un réactif oxydant. Dans des conditions particulières de roulage du véhicule, les oxydes d'azote  
10 présents dans les gaz d'échappement peuvent être en partie réduits par le réactif oxydant contenu dans le catalyseur d'oxydation durant les phases de mélange carburé riche, et il est avantageux de placer le catalyseur d'oxydation CO sur la ligne d'échappement en interposition entre le moteur thermique et l'élément SCR.

15 [0006] Pour connaître un environnement technologique proche de celui de la présente invention, on pourra se reporter aux documents EP2042227 (ENGELHARD CORP.), DE10348799 (FORG GLOBAL TECH LLC) et US6401455 (SIEMENS AG) qui décrivent des lignes d'échappement et/ou des méthodes mettant en œuvre un système de réduction catalytique sélective SCRS, pour épurer les gaz d'échappement produits par le moteur thermique d'un véhicule automobile.

20 [0007] La mise en œuvre d'une méthode d'épuration des gaz d'échappement, exploitant un système de réduction catalytique sélective SCRS, reste délicate en raison d'un ensemble de compromis à trouver entre divers avantages et inconvénients. De tels compromis relèvent notamment de l'organisation de la ligne d'échappement tant au regard des modalités spécifiquement mises en œuvre pour obtenir une épuration des gaz d'échappement fiable, efficace et à moindres coûts, mais aussi au regard d'autres contraintes relatives à son implantation sur le  
25 véhicule et à sa pérennité. Il est aussi à prendre en compte que les besoins d'épuration des gaz d'échappement varient selon les conditions de roulage du véhicule, et notamment selon le régime moteur spécifiquement requis à un instant donné. Il est donc recherché un agencement global de la ligne d'échappement et des méthodes pour sa mise en œuvre, qui prennent en compte ces divers aspects pour procurer les meilleurs compromis possible.

30 [0008] Une contrainte spécifique réside dans une implantation de l'élément SCR qui soit compatible avec sa mise en coopération avec d'autres organes nécessaires à l'épuration globale des gaz d'échappement qui sont spécifiquement choisis, notamment au regard de leur nombre, de leur nature, de leur agencement propre ou en coopération, et de leur implantation sur la ligne d'échappement. Un compromis doit être trouvé entre cette compatibilité et le choix des divers  
35 organes utilisés pour l'épuration des gaz d'échappement, avec la température de fonctionnement de l'élément SCR permettant d'optimiser son fonctionnement, notamment au regard selon le cas de

la double réaction à obtenir de dissociation de l'urée injectée et de réduction des oxydes d'azote par l'ammoniac, ou de la réaction unique de réduction des oxydes d'azote par l'ammoniac préalablement injectée. Il est opportun de pouvoir mettre en œuvre l'un ou l'autre cas d'injection du réactif réducteur à partir d'une même organisation générale de la ligne d'échappement.

- 5 [0009] Une autre contrainte réside dans la préservation et dans la pérennité des organes qui composent la ligne d'échappement. Par exemple, il est à éviter un encrassement en tout ou partie du conduit d'échappement et/ou des autres organes que comprend la ligne d'échappement, au risque d'altérer son fonctionnement au regard de l'épuration des gaz d'échappement et/ou au risque de nécessiter des opérations de maintenance régulières et/ou coûteuses.
- 10 [0010] Une autre contrainte réside dans l'obtention d'une ligne d'échappement permettant son implantation aisée sur le véhicule. Une position souhaitable de l'élément SCR sur la ligne d'échappement est au plus proche de la sortie du moteur thermique, en zone dite chaude de la ligne d'échappement lorsque les gaz d'échappement sont à une température élevée. Le volume occupé par l'élément SCR doit être suffisant pour la mise en œuvre de la dite double réaction à
- 15 obtenir, ce qui rend cependant son implantation à proximité du moteur thermique délicate en raison de son encombrement. L'implantation sur le véhicule de l'élément SCR en zone dite froide de la ligne d'échappement située notamment en sous-caisse du véhicule, est alors avantageuse pour pouvoir optimiser le volume de l'élément SCR. Cependant, une telle implantation est effectuée au
- 20 détriment de l'obtention d'une ligne d'échappement compacte et/ou au détriment de l'exploitation de l'extension de la ligne d'échappement pour l'implantation d'autres organes nécessaires, tels que ceux relatifs au traitement acoustique de l'écoulement des gaz d'échappement. En outre, l'implantation du catalyseur de réduction SCR en sous-caisse en une zone éloignée du moteur thermique rend délicate une standardisation de la ligne d'échappement pour des véhicules
- 25 d'architectures diverses. Il est opportun de placer au mieux les organes que comporte la ligne d'échappement pour le traitement des gaz d'échappement au plus proche de son extrémité amont, pour permettre une adaptation aisée de la ligne d'échappement à de quelconques véhicules d'architectures respectives par simple prolongement du conduit.
- [0011] Un but de la présente invention est de proposer une ligne d'échappement pour un moteur thermique équipant notamment un véhicule automobile, dont la structure procure des compromis
- 30 satisfaisants au regard des contraintes précédemment énoncées. Une telle ligne d'échappement est notamment recherchée compacte et peu encombrante, simple de structure et apte à éviter tout rejet de composants nocifs véhiculés par les gaz d'échappement produits par le moteur thermique. La ligne d'échappement est recherchée aisément implantable sur le véhicule automobile et pourvue d'organes de traitement chimique et/ou physique des gaz d'échappement qui sont aisés à installer
- 35 à l'intérieur de la ligne d'échappement, notamment pour faciliter les opérations d'implantation et de maintenance à moindres coûts. L'organisation de la ligne d'échappement est recherchée permettant sa transposition sur divers véhicules d'architectures respectives prédéfinies, sans nécessiter de modifications structurelles majeures de la ligne d'échappement. La ligne

d'échappement est recherchée efficace pour de quelconques conditions de roulage du véhicule automobile, notamment en phase de roulage du véhicule sur autoroute ou en phase d'accélération pour lesquelles un mélange carburé riche est requis pour le moteur thermique, avec pour conséquence un accroissement du volume des agents nocifs à traiter que comportent les gaz d'échappement. La ligne d'échappement est recherchée pouvant être obtenue à moindres coûts, et offrant une pérennité limitant les opérations de maintenance et/ou de remplacement des différents organes qu'elle comporte. Il est notamment recherché d'éviter au mieux un encrassement et/ou une détérioration rapide de la ligne d'échappement.

[0012] Un autre but de la présente invention est de proposer une méthode efficace de traitement des gaz d'échappement pour un moteur thermique équipant notamment un véhicule automobile, procurant des compromis satisfaisants au regard de l'ensemble des contraintes qui ont été énoncées.

[0013] La ligne d'échappement de la présente invention est une ligne d'échappement pour l'évacuation et le traitement de gaz d'échappement produits par un moteur thermique équipant notamment un véhicule automobile. Cette ligne d'échappement comprend un conduit de circulation des gaz d'échappement depuis le moteur thermique vers un débouché de la ligne d'échappement sur l'extérieur du véhicule automobile. Le conduit est équipé d'organes de traitement chimique et/ou physique des gaz d'échappement, dont au moins un filtre à particules et un système de réduction catalytique sélective, dénommé système SCRS. Ce système SCRS comprend un injecteur d'un réactif réducteur, muni d'un débouché à l'intérieur de la ligne d'échappement, et au moins un élément catalyseur, dénommé élément SCR. Selon un premier cas, le réactif réducteur est de l'urée ou analogue et l'élément SCR procure une réaction de dissociation du réactif réducteur et de réduction d'oxydes d'azote contenus dans les gaz d'échappement à partir de l'ammoniac obtenu. Selon un deuxième cas, le réactif réducteur est de l'ammoniac, notamment à l'état gazeux, directement injecté dans la ligne d'échappement et l'élément SCR procure une réaction de réduction des oxydes d'azote par l'ammoniac préalablement injectée.

[0014] Selon la présente invention, une telle ligne d'échappement est principalement reconnaissable en ce que le système SCRS comprend au moins deux éléments SCR, dont un élément SCR amont et un élément SCR aval, qui sont disposés sur le conduit successivement en série à distance l'un de l'autre et conjointement en amont du filtre à particules. L'élément SCR amont et l'élément SCR aval sont structurellement séparés l'un de l'autre par une zone intermédiaire de la ligne d'échappement à l'intérieur de laquelle circule les gaz d'échappement entre l'un et l'autre des éléments SCR.

[0015] Les notions amont et aval sont à comprendre au regard du sens d'écoulement des gaz d'échappement le long de la ligne d'échappement, depuis son extrémité amont munie de moyens de mise en communication aéraulique avec le moteur thermique vers son extrémité aval opposée munie d'un débouché du conduit sur l'environnement extérieur du véhicule.

[0016] La notion de distance de séparation entre l'élément SCR amont et l'élément SCR aval correspond à un écartement sur le conduit entre ces éléments SCR en des zones respectivement amont et aval de la ligne d'échappement. Un tel écartement correspond à une séparation entre les éléments SCR par la zone intermédiaire de la ligne d'échappement le long de laquelle circule les gaz d'échappement entre l'un et l'autre des éléments SCR, qui sont placés respectivement en zone amont et en zone aval de la ligne d'échappement. Les gaz d'échappement en provenance du moteur thermique sont successivement acheminés vers les dites zones où sont placés les éléments SCR, dans lesquelles les gaz d'échappement sont notamment à des températures respectives distinctes. Plus particulièrement, les gaz d'échappement en provenance du moteur thermique sont à une température plus élevée en zone amont par rapport à la zone aval de la ligne d'échappement, la température des gaz d'échappement étant réputée varier naturellement à la baisse depuis l'amont vers l'aval de la ligne d'échappement. Selon une approche de l'invention, la zone intermédiaire correspond à une extension de la ligne d'échappement, et notamment du conduit, qui dispose l'élément SCR amont en zone chaude et l'élément SCR aval en zone froide. Selon une autre approche de l'invention, les deux éléments SCR amont et aval sont disposés dans une même zone froide, la zone intermédiaire étant mise à profit pour ménager une chambre de mélange additionnelle des gaz d'échappement en provenance de l'élément SCR amont vers l'élément SCR aval.

[0017] Le dit débouché de l'injecteur est notamment interposé entre l'élément SCR amont et un catalyseur d'oxydation qui est placé en amont de l'élément SCR amont.

[0018] Un mélangeur est de préférence interposé entre le débouché de l'injecteur et l'élément SCR amont. Selon diverses variantes de réalisation, l'injecteur est un organe d'injection à l'intérieur de la ligne d'échappement, et plus particulièrement à l'intérieur du conduit, d'un réactif réducteur à l'état liquide sous forme de brume et/ou à l'état gazeux. Dans le cas d'une injection du réactif réducteur à l'état liquide, il est nécessaire que l'injecteur soit associé à un mélangeur, pour favoriser un mélange entre les gaz d'échappement et le réactif réducteur. Dans le cas d'une injection du réactif réducteur à l'état gazeux, la présence d'un mélangeur est accessoire quoique préférée, les états gazeux des gaz d'échappement et du réactif réducteur favorisant en soi leur mélange.

[0019] Selon une forme de réalisation, l'élément SCR amont est placé en une zone chaude de la ligne d'échappement tandis que l'élément SCR aval est placé en une zone froide de la ligne d'échappement.

[0020] Les notions de zone chaude et de zone froide de la ligne d'échappement sont à considérer au regard d'une différence relative de températures des gaz d'échappement entre les dites zone chaude et zone froide de la ligne d'échappement lorsqu'ils sont acheminés depuis l'extrémité ou zone amont vers l'extrémité aval ou zone aval de la ligne d'échappement. Tel que visé plus haut, les gaz d'échappement en provenance du moteur thermique sont à une température

plus élevée en amont qu'en aval de la ligne d'échappement, la température des gaz d'échappement étant réputée varier naturellement à la baisse depuis l'amont vers l'aval de la ligne d'échappement.

5 [0021] La zone chaude considérée est située significativement en amont de la zone froide considérée de la ligne d'échappement. Notamment et selon une forme de réalisation de la ligne d'échappement, l'emplacement de la dite zone chaude et de la dite zone froide correspond à des zones de la ligne d'échappement qui sont respectivement localisées, en situation d'implantation de la ligne d'échappement sur un véhicule, sous un turbocompresseur équipant le moteur thermique et en sous-caisse du véhicule.

10 [0022] Selon une autre forme de réalisation, l'élément SCR amont et l'élément SCR aval sont placés en une zone froide de la ligne d'échappement. Cette zone froide de la ligne d'échappement est à considérer comme une zone de la ligne d'échappement dans laquelle la température des gaz d'échappement acheminés dans cette zone froide est significativement plus basse que la température de ces gaz d'échappement prise à l'extrémité amont de la ligne d'échappement.

15 Notamment et selon une forme de réalisation de la ligne d'échappement, l'emplacement de cette zone froide correspond à une zone de la ligne d'échappement, en situation d'implantation de la ligne d'échappement sur ce véhicule, qui est localisée en sous-caisse du véhicule.

[0023] Un mélangeur additionnel est éventuellement interposé entre l'élément SCR amont et l'élément SCR aval, tel que dans le cas où les éléments SCR sont disposés dans une même zone,

20 notamment froide, de la ligne d'échappement.

Selon une forme spécifique de réalisation, l'élément SCR aval est logé dans un boîtier logeant le filtre à particules.

[0024] Un troisième élément SCR annexe est susceptible d'être placé en interposition entre le catalyseur d'oxydation et le débouché de l'injecteur.

25 [0025] Selon une forme préférée de réalisation, la ligne d'échappement comprend successivement depuis son extrémité amont vers son extrémité aval :

- \*) le catalyseur d'oxydation,
- \*) accessoirement l'élément SCR annexe,
- \*) l'injecteur d'un réactif réducteur,
- 30 \*) le mélangeur,
- \*) l'élément SCR amont,
- \*) accessoirement le mélangeur additionnel,
- \*) l'élément SCR aval,
- \*) le filtre à particules.

[0026] L'invention a aussi pour objet une méthode d'épuration de gaz d'échappement circulant à l'intérieur d'une ligne d'échappement telle qu'elle vient d'être décrite. Cette méthode comprend dans sa généralité une opération de traitement chimique des gaz d'échappement par un dit système de réduction catalytique sélective SCRS apte à éliminer des oxydes d'azote.

5 [0027] Selon la présente invention, une telle méthode est principalement reconnaissable en ce que la dite opération de traitement chimique des gaz d'échappement est réalisée par passage des gaz d'échappement à travers au moins deux éléments SCR distincts respectivement amont et aval, les gaz d'échappement étant homogénéisés dans une zone intermédiaire de la ligne d'échappement s'étendant entre les deux éléments SCR. Une telle homogénéisation est obtenue à  
10 partir de l'écartement des éléments SCR l'un de l'autre, notamment en raison soit de leur écartement respectivement en zone chaude et en zone froide de la ligne d'échappement, soit de la présence du mélangeur additionnel interposé entre les deux éléments SCR.

[0028] Le réactif réducteur est susceptible d'être de l'urée, ou par analogie un précurseur de l'urée ou réactif réducteur analogue. Dans ce cas, l'opération de traitement chimique des gaz  
15 d'échappement comprend successivement une première étape de dissociation du réactif réducteur injecté par un élément SCR amont, puis une deuxième étape de réduction des oxydes d'azote par un élément SCR aval.

[0029] De préférence une opération de filtration des particules acheminées par les gaz d'échappement est effectuée au moyen d'un filtre à particules postérieurement à l'opération de  
20 traitement chimique.

[0030] Plus spécifiquement et selon un premier cas selon lequel le réactif réducteur est de l'urée, un précurseur de l'urée ou réactif réducteur analogue, la méthode comprend successivement :

- \*) une première étape d'oxydation de composants nocifs contenus à l'intérieur des gaz d'échappement au moyen du catalyseur d'oxydation,
- 25 \*) une deuxième étape d'injection du réactif réducteur à l'intérieur des gaz d'échappement au moyen de l'injecteur débouchant à l'intérieur de la ligne d'échappement, et plus particulièrement à l'intérieur du conduit,
- \*) dans le cas où le réactif réducteur est injecté à l'état liquide sous forme de brume, une troisième étape de mélange du réactif réducteur avec les gaz d'échappements au moyen du mélangeur,
- 30 \*) une quatrième étape de dissociation du réactif réducteur en ammoniac au moyen de l'élément SCR amont,
- \*) une cinquième étape de réduction de composants nocifs contenus à l'intérieur des gaz d'échappement au moyen de l'élément SCR aval,
- \*) une sixième étape de rétention de particules contenues à l'intérieur des gaz d'échappement au  
35 moyen du filtre à particule.

[0031] Selon une variante, les étapes première à quatrième sont effectuées en zone chaude de la ligne d'échappement, les cinquième et sixième étapes étant effectuée en zone froide de la ligne d'échappement, notamment en sous-caisse du véhicule.

5 [0032] Selon une autre variante, les étapes première à troisième sont effectuées en zone chaude de la ligne d'échappement, les étapes quatrième à sixième étant effectuées en zone froide de la ligne d'échappement. Tel que précédemment défini, cette zone froide comporte néanmoins deux zones de températures respectives, à l'intérieur desquelles sont respectivement effectuées la quatrième et la cinquième étape.

10 [0033] Plus spécifiquement encore et dans un deuxième cas selon lequel le réactif réducteur est de l'ammoniac, la méthode comprend successivement :

- \*) une étape d'oxydation de composants nocifs contenus à l'intérieur des gaz d'échappement au moyen du catalyseur d'oxydation,
- \*) une étape d'injection du réactif réducteur à base d'ammoniac à l'intérieur des gaz d'échappement au moyen de l'injecteur débouchant à l'intérieur de la ligne d'échappement, et plus particulièrement  
15 à l'intérieur du conduit,
- \*) dans le cas où le réactif réducteur est injecté à l'état liquide sous forme de brume, une étape de mélange du réactif réducteur avec les gaz d'échappement au moyen du mélangeur,
- \*) une étape de réduction de composants nocifs contenus à l'intérieur des gaz d'échappement au moyen de l'élément SCR amont,
- 20 \*) une étape de réduction de composants nocifs contenus à l'intérieur des gaz d'échappement au moyen de l'élément SCR aval,
- \*) une étape de rétention de particules contenues à l'intérieur des gaz d'échappement au moyen du filtre à particules.

25 [0034] La méthode est susceptible de comprendre une étape de mélange des gaz d'échappement avec l'ammoniac selon le premier cas où l'ammoniac est issu d'une réaction de dissociation du réactif réducteur. Cette étape de mélange, réalisée au moyen du dit mélangeur additionnel, est effectuée postérieurement au passage des gaz d'échappement à l'intérieur de l'élément SCR amont et préalablement au passage des gaz d'échappement à l'intérieur de l'élément SCR aval.

30 [0035] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description de variantes de réalisation qui va être faite en relation avec les figures des planches annexées, dans lesquelles :

La fig.1 est une illustration schématique d'une première variante de réalisation de la présente invention.

35 La fig.2 est une illustration schématique d'une deuxième variante de réalisation de la présente invention.

La fig.3 est une illustration schématique d'une troisième variante de réalisation de la présente invention.

La fig.4 est une illustration schématique d'une quatrième variante de réalisation de la présente invention.

5 La fig.5 est une illustration schématique d'une cinquième variante de réalisation de la présente invention.

La fig.6 est une illustration schématique d'une sixième variante de réalisation de la présente invention.

10 La fig.7 est une illustration schématique d'une septième variante de réalisation de la présente invention.

La fig.8 est une illustration schématique d'une huitième variante de réalisation de la présente invention.

[0036] Sur les figures, un moteur thermique 1 d'un véhicule automobile est équipé d'une ligne d'échappement 2 pour permettre l'évacuation et le traitement de gaz d'échappement 3 produits par le moteur thermique 1 vers l'extérieur 4 du véhicule automobile. La ligne d'échappement 2 comporte une extrémité amont 11 en communication aéraulique avec le moteur thermique 1, et une extrémité aval 12 comportant un débouché vers l'extérieur 4 du véhicule automobile. Les notions amont et aval sont à comprendre au regard du sens d'écoulement 6 des gaz d'échappement 3 à l'intérieur de la ligne d'échappement 2, et plus particulièrement à l'intérieur d'un conduit 5 de circulation des gaz d'échappement 3 que comprend la ligne d'échappement 2.

[0037] Le conduit 5 canalise la circulation des gaz d'échappement 3 depuis le moteur thermique 1 vers l'extérieur 4 du véhicule automobile, c'est-à-dire à l'air libre. Le conduit 5 comprend depuis le moteur thermique 1 vers l'extérieur 4 du véhicule automobile une zone chaude ZC suivie d'une zone froide ZF. Les notions de zone chaude ZC et de zone froide ZF de la ligne d'échappement 2 sont à considérer au regard d'une différence relative de températures des gaz d'échappement 3 entre les dites zone chaude ZC et zone froide ZF de la ligne d'échappement 2 lorsqu'ils sont acheminés depuis l'extrémité amont 11 vers l'extrémité aval 12 de la ligne d'échappement 2. Les gaz d'échappement 3 sont plus froids vers l'aval que vers l'amont de la ligne d'échappement 2, en raison d'une inertie thermique de la ligne d'échappement 2 et de son refroidissement procuré par l'air extérieur environnant la ligne d'échappement 2. La zone chaude ZC est notamment située en zone moteur ZM du véhicule automobile et plus particulièrement sous un turbocompresseur T équipant le moteur thermique 1. La zone froide ZF est notamment située en sous-caisse C du véhicule automobile et est placée en aval de la zone chaude ZC. Une zone souple ZS, comprenant par exemple un flexible, est interposée sur la ligne d'échappement 2 entre la zone moteur ZM et la zone froide ZF située en sous-caisse C.

[0038] Les gaz d'échappement 3 contiennent des composants nocifs qu'il est nécessaire de traiter chimiquement et/ou physiquement préalablement à leur rejet à l'extérieur du véhicule automobile. Une telle contrainte de traitement des gaz d'échappement 3 est à considérer au regard

des réglementations relatives à la préservation de l'environnement, tel que par exemple la directive CEE 90/C81/01 d'homologation d'un véhicule automobile. Un tel traitement des gaz d'échappement 3 est obtenu par la mise en œuvre d'organes de traitement et de fonctionnement de la ligne d'échappement 2. Selon les variantes de réalisation représentées sur les figures, de tels organes comprennent successivement un catalyseur d'oxydation CO, un injecteur 7, un mélangeur principal M, un élément SCR amont SCR1, un élément SCR aval SCR2 et un filtre à particules FAP, qui procurent conjointement et en association un traitement global chimique et/ou physique des gaz d'échappement 3.

10 [0039] L'extrémité ou zone aval 12 de la ligne d'échappement 2 est à comprendre s'achevant après un boîtier 10', 10" (fig.5 et 6) logeant au moins le filtre à particules FAP. Plus particulièrement, l'extrémité ou zone aval 12 de la ligne d'échappement 2 est susceptible d'être prolongée par le conduit 5 sans déroger aux règles qui ont été énoncées. Par exemple, un tel prolongement aval du conduit 5 est éventuellement muni d'organes d'atténuation acoustique formant écran, ou est ménagé pour adapter la ligne d'échappement 2 à une architecture de véhicule donnée.

15 [0040] Plus particulièrement, les gaz d'échappement 3 contiennent des oxydes d'azote (NOx, x étant égal à 1 et/ou 2) qui sont réduits préalablement à leur rejet à l'extérieur 4 du véhicule automobile. Une telle réduction des oxydes d'azote (NOx) en vapeur d'eau et en azote est réalisée par le réactif réducteur préalablement injecté dans la ligne d'échappement 2 au moyen de l'injecteur 7. Pour obtenir la réduction des oxydes d'azote, le conduit 5 est équipé d'un élément  
20 SCR amont SCR1 et d'un élément SCR aval SCR2. Ces éléments SCR sont successivement placés en série et à distance l'un de l'autre sur le conduit 5 en étant séparés l'un de l'autre par une zone intermédiaire ZI de la ligne d'échappement 2, l'élément SCR amont SCR1 étant situé en amont de l'élément SCR aval SCR2. Le cas échéant, l'élément SCR aval SCR2 constitue un support pour la réduction des oxydes d'azote (NOx) par de l'ammoniac issu du réactif réducteur qui  
25 est préalablement dissocié par l'élément SCR amont SCR1.

[0041] La distance de séparation entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2, et la position de l'élément SCR aval SCR2 en zone froide, favorisent le traitement chimique des gaz d'échappement 3. L'élément SCR aval SCR2 est traversé par des gaz d'échappement 3 qui sont plus froids que lorsqu'ils traversent l'élément SCR amont SCR1. L'amorçage de l'élément SCR aval  
30 SCR2 est retardé par rapport à celui de l'élément SCR amont SCR1, ce qui permet d'optimiser le traitement chimique des gaz d'échappement 3 en deux étapes successives et de dédier l'élément SCR aval SCR2 à la réduction des oxydes d'azote seulement. L'élément SCR aval SCR2 est plus particulièrement exploité dans certaines conditions de roulage du véhicule automobile, telles que sur autoroute ou en cas d'accélération par exemple, conditions pour lesquelles la quantité d'oxydes  
35 d'azote (NOx) contenue dans les gaz d'échappement 3 est accrue.

[0042] Sur l'ensemble des variantes de réalisation illustrées, l'élément SCR aval SCR2 est avantagement placé en zone froide ZF de la ligne d'échappement 2, tandis que l'élément SCR

amont SCR1 est susceptible d'être placé en zone chaude ZC ou en zone froide ZF selon les résultats spécifiquement recherchés. Les gaz d'échappement 3 traversant l'élément SCR aval SCR2 sont plus froids que lors de leur traversée de l'élément SCR amont SCR1.

5 [0043] Le catalyseur d'oxydation CO comporte un réactif oxydant et est placé à l'intérieur de la zone chaude ZC, en étant interposé sur la ligne d'échappement 2 entre le moteur thermique 1 et l'élément SCR amont SCR1. Le catalyseur d'oxydation CO est destiné à oxyder les hydrocarbures imbrûlés et le monoxyde de carbone des gaz d'échappement 3 préalablement à leur rejet à l'air libre.

10 [0044] L'injecteur 7 comporte un débouché 7' à l'intérieur du conduit 5 qui est disposé en amont de l'élément SCR amont SCR1, et délivre le réactif réducteur à l'intérieur des gaz d'échappement 3, sélectivement selon les conditions de roulage du véhicule. Le réactif réducteur est susceptible d'être soit de l'urée, un précurseur de l'urée ou agent analogue, soit de l'ammoniac. Le réactif réducteur est aussi susceptible d'être injecté soit à l'état liquide, notamment sous forme de brume, soit à l'état gazeux. L'injecteur 7 est en relation avec un moyen d'introduction 8 du réactif réducteur  
15 à l'intérieur de la ligne d'échappement 2, par exemple constitué d'une pompe ou organe analogue équipée d'un réservoir 9 de réactif réducteur.

20 [0045] Le mélangeur principal M est interposé entre le débouché 7' de l'injecteur 7 et l'élément SCR amont, pour favoriser un mélange entre les gaz d'échappement 3 et le réactif réducteur, et/ou pour favoriser la transformation du précurseur de l'urée en réactif réducteur. La présence d'un tel mélangeur principal M est indispensable dans le cas d'une injection du réactif réducteur à l'état liquide, et est accessoire quoique souhaitée dans le cas d'une injection du réactif réducteur à l'état gazeux. Un mélangeur additionnel M' est susceptible d'être interposé entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2, pour favoriser un mélange entre les gaz d'échappement 3 et l'ammoniac.

25 [0046] Le catalyseur d'oxydation CO, le débouché 7' de l'injecteur 7 et le cas échéant le mélangeur principal M sont avantageusement disposés dans la zone chaude ZC de la ligne d'échappement 2.

30 [0047] Le filtre à particules FAP est placé sur la ligne d'échappement 2 en aval de l'élément SCR aval SCR2, pour épurer les gaz d'échappement 3 par tamisage en retenant les particules acheminées par les gaz d'échappement 3. Le filtre à particules FAP est de préférence disposé en zone froide ZF de la ligne d'échappement 2.

[0048] L'organisation décrite de la ligne d'échappement 2 permet :  
35 - d'améliorer la compacité de la ligne d'échappement 2, à partir d'un encombrement et d'un volume respectif pour chacun des deux éléments SCR amont SCR1 et aval SCR2, et de la

- possibilité offerte de leurs implantations respectives en des localisations distinctes sur la ligne d'échappement 2,
- 5 - de rendre indépendantes les localisations des éléments SCR amont SCR1 et aval SCR2 sur le conduit 5, et de rendre possible une implantation sélective des éléments SCR en zone chaude ou en zone froide de la ligne d'échappement 2 selon les réactions chimiques qu'ils procurent principalement, tel que par exemple la dissociation de l'ammoniac pour l'élément SCR amont SCR1 et la réduction des oxydes d'azote pour l'élément SCR aval SCR2,
  - 10 - de permettre une injection du réactif réducteur au plus tôt dans la ligne d'échappement 2, notamment dans une zone la plus chaude possible,
  - d'évacuer l'ammoniac hors de l'élément SCR amont SCR1 de manière homogène pour son acheminement à travers la zone intermédiaire ZI, et le cas échéant à travers le mélangeur additionnel M', vers l'élément SCR aval SCR2,
  - 15 - de procurer l'admission d'un mélange entre les gaz d'échappement 3 et l'ammoniac la plus homogène possible à l'intérieur d'un élément SCR spécifiquement dédié à la réduction des oxydes d'azote, l'élément SCR aval SCR2 notamment,
  - de limiter un encrassement de la ligne d'échappement, et notamment d'éviter un encrassement des éléments SCR à partir de leur affectation respective principalement à la dissolution de l'ammoniac et de réduction des oxydes d'azote, et cela malgré la position  
20 préférée aval du filtre à particules FAP pour le préserver de l'injection du réactif réducteur et de l'ammoniac,
  - d'inclure un amorçage des différents éléments SCR exploités, SCR1, SCR2 notamment, qui est plus rapide par rapport à l'exploitation d'un élément SCR unique notamment placé  
25 en zone froide d'une ligne d'échappement en sous-caisse C du véhicule. Un amorçage plus rapide permet un meilleur rendement du catalyseur d'oxydation CO à partir d'une optimisation des points de fonctionnement du moteur thermique 1 et d'une meilleure décomposition du réactif réducteur et/ou de son précurseur,
  - de réduire les pertes de charge le long de la ligne d'échappement 2, notamment à partir  
30 d'une limitation obtenue de la longueur d'extension de la ligne d'échappement et de la dissociation de la masse globale d'élément SCR nécessaire au fonctionnement du système SCRS en au moins deux éléments SCR. Une telle dissociation permet de conférer aux éléments SCR multiples de faibles volumes respectifs limitant l'obstacle qu'ils forment individuellement à l'encontre de la circulation des gaz d'échappement à leur travers.
  - d'améliorer la régénération du filtre à particules FAP,
  - 35 - de permettre une implantation aisée en zone froide de la ligne d'échappement 2, et notamment en sous-caisse C du véhicule automobile, de l'élément SCR aval SCR2. L'élément SCR aval SCR2 peut être d'un volume réduit et des modalités prévues pour l'installation du filtre à particules FAP, tels que des tunnels de passage de cet organe ou analogue, peuvent être facilement exploitées pour l'installation de l'élément SCR aval  
40 SCR2 sur la ligne d'échappement 2,

- d'opérer un rapprochement entre l'élément SCR aval SCR2 et le filtre à particules FAP, pour leur installation en sous-caisse C du véhicule automobile. Un tel rapprochement permet d'obtenir un ensemble, composé de l'élément SCR aval SCR2 et du filtre à particules FAP, qui est d'un encombrement restreint et qui est obtenu à moindres coûts, sans affecter la qualité recherchée de réduction,
- de procurer une liberté d'agencement de la ligne d'échappement 2 à partir de la mise en œuvre de deux éléments SCR 2 distincts. Les implantations des organes de traitement de la ligne d'échappement 2 peuvent être localisées au mieux vers l'amont de la ligne d'échappement 2, avec pour avantage de permettre une standardisation de la ligne d'échappement 2 pour des véhicules d'architectures diverses. Une adaptation de la ligne d'échappement 2 à un véhicule automobile est susceptible d'être limitée à un prolongement du conduit 5 vers l'extrémité aval 12 de la ligne d'échappement 2.
- d'offrir un espace libre entre le catalyseur d'oxydation CO et l'élément SCR amont SCR1 pour l'implantation du mélangeur principal M, qui est susceptible d'être exploité pour former un écran acoustique, permettant une simplification de la ligne d'échappement 2 au regard de la présence d'organes dédiés à une telle fonction d'écran acoustique.
- de permettre une liberté d'implantation sur la ligne d'échappement 2 d'écrans acoustiques à intégrer.

[0049] Sur les fig.1 à fig.4, l'élément SCR amont SCR1 est disposé à l'intérieur de la zone chaude ZC de la ligne d'échappement 2, dans une zone proche de la sortie du moteur thermique 1 à une distance D1 de l'extrémité amont 11 de la ligne d'échappement 2. Cette distance D1 est à titre indicatif comprise entre 0 % et 50 % d'une longueur L globale de la ligne d'échappement 2.

[0050] L'élément SCR aval SCR2 est disposé à une distance D2 de l'extrémité amont 11 de la ligne d'échappement 2 qui est à titre indicatif au moins légèrement supérieure à 50 % jusqu'à proche de 100 % de la longueur L de la ligne d'échappement 2.

[0051] De telles distances d'implantation des éléments SCR par rapport à l'extrémité amont 11 de la ligne d'échappement 2, et notamment au regard de leur distance de séparation du moteur thermique 1 permettent :

- de faciliter une intégration de l'élément SCR amont SCR1 sous le turbocompresseur T,
- de faciliter une intégration de l'élément SCR aval SCR2 en sous-caisse C du véhicule automobile,
- de faciliter l'implantation sous le turbocompresseur T de l'élément SCR amont SCR1, à partir de l'utilisation de moyens d'installation du catalyseur d'oxydation CO, de l'injecteur 7 et/ou du mélangeur principal M, tels que des tunnels de passage de ces organes ou analogues,
- de minimiser la longueur L de la ligne d'échappement 2 en raison de l'implantation sous le turbocompresseur T de l'élément SCR amont SCR1, et de permettre son adaptation aisée

selon l'architecture d'un quelconque véhicule automobile à partir d'une prolongation du conduit 5 en aval du filtre à particules FAP,

- d'amoindrir les coûts d'obtention et d'implantation du catalyseur d'oxydation CO, de l'injecteur 7, du mélangeur principal M et de l'élément SCR amont SCR1 qui sont placés à l'intérieur de la zone chaude ZC, notamment sous le turbocompresseur T,
- de minimiser une distance de mélange D3 prise entre le débouché 7' de l'injecteur 7 et l'élément SCR amont SCR1.

[0052] Selon les variantes illustrées sur les fig.1 et fig.2, le positionnement relatif distant entre les éléments SCR amont et aval permet un arrosage de l'élément SCR amont SCR1 à partir d'un réactif réducteur en phase liquide, tel que l'urée ou un précurseur de l'urée. Un tel arrosage est susceptible d'être délétère pour la ligne d'échappement 2 dans certaines conditions de roulage du véhicule automobile, notamment lors de phase de démarrage à froid du moteur thermique 1, durant laquelle les gaz d'échappement 3 sont portés à une température basse, et/ou lors de phases d'accélération du moteur thermique 1, durant laquelle les gaz d'échappement 3 s'écoulent à fort débit. L'augmentation du débit des gaz d'échappement 3 induit une diminution d'un temps de résidence du réactif réducteur et donc une diminution de la décomposition du réactif réducteur. L'élément SCR amont SCR1 constitue un support pour la décomposition du réactif réducteur, et plus particulièrement pour la dissociation en ammoniac de l'urée contenue à l'intérieur du réactif réducteur. L'élément SCR amont SCR1 étant placé à l'intérieur de la zone chaude ZC de la ligne d'échappement 2, typiquement portée à une température de l'ordre de 180°C, les réactions de pyrolyse-hydrolyse du réactif réducteur préalablement injecté en sont optimisées. Le positionnement relatif distant entre les éléments SCR amont SCR1 et aval SCR2 permet une délivrance d'ammoniac gazeux en entrée de l'élément SCR aval SCR2, qui est spécifiquement dédié à la réduction des oxydes d'azote, après passage du réactif réducteur à travers l'élément SCR amont SCR1.

[0053] L'injection du réactif réducteur est susceptible d'intervenir dès une durée de l'ordre de 410 secondes après le démarrage du moteur thermique 1. En mode de roulage du véhicule automobile de type autoroute ou analogue, les gaz d'échappement 3 sont suffisamment chauds pour assurer une décomposition du réactif réducteur sur l'élément SCR amont SCR1, voire en amont de celui-ci. L'élément SCR aval SCR2 n'est pas inhibé par le mouillage du réactif réducteur à l'état liquide, ce qui est avantageux en raison du fait qu'un tel mode de roulage coïncide avec des pics d'émission d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>).

[0054] Plus spécifiquement, la ligne d'échappement 2 illustrée sur la fig.1 comprend successivement depuis son extrémité amont 11 vers son extrémité aval 12 :

\*) en sa zone chaude ZC, notamment dans un emplacement de la ligne d'échappement 2 correspondant à une localisation sous le turbocompresseur T équipant le moteur thermique 1 du véhicule automobile :

- le catalyseur d'oxydation CO,

- le débouché 7' de l'injecteur 7,
- le mélangeur principal M,
- l'élément SCR amont SCR1,

\*) en zone médiane, la zone intermédiaire ZI de séparation entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2,

\*) en sa zone froide ZF, notamment dans un emplacement correspondant à une localisation en sous-caisse C du véhicule automobile :

- l'élément SCR aval SCR2,
- le filtre à particules FAP.

10 [0055] Plus spécifiquement, la ligne d'échappement 2 illustrée sur la fig.2 comprend successivement depuis son extrémité amont 11 vers son extrémité aval 12 :

\*) en sa zone chaude ZC, notamment dans un emplacement de la ligne d'échappement 2 correspondant à une localisation sous le turbocompresseur T équipant le moteur thermique 1 du véhicule automobile :

- 15
- le catalyseur d'oxydation CO,
  - le débouché 7' de l'injecteur 7,
  - le mélangeur principal M,
  - l'élément SCR amont SCR1,

\*) en zone médiane, la zone intermédiaire ZI de séparation entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2,

20 \*) en sa zone froide ZF, notamment dans un emplacement correspondant à une localisation en sous-caisse C du véhicule automobile :

- 25
- le mélangeur additionnel M',
  - l'élément SCR aval SCR2,
  - le filtre à particules FAP.

[0056] Selon les variantes illustrées sur les fig.3 et fig.4, un élément SCR annexe SCR3 est interposé entre le catalyseur d'oxydation CO et le débouché 7' de l'injecteur 7. Cet élément SCR annexe SCR3 est notamment disposé à l'intérieur de la zone chaude ZC de la ligne d'échappement 2.

30 [0057] Plus spécifiquement, la ligne d'échappement 2 illustrée sur la fig.3 comprend successivement depuis son extrémité amont 11 vers son extrémité aval 12 :

\*) en sa zone chaude ZC, notamment dans un emplacement de la ligne d'échappement 2 correspondant à une localisation sous le turbocompresseur T équipant le moteur thermique 1 du véhicule automobile :

- 35
- le catalyseur d'oxydation CO,
  - l'élément SCR annexe SCR3,
  - le débouché 7' de l'injecteur 7,
  - le mélangeur principal M,

- l'élément SCR amont SCR1,

\*) en zone médiane, la zone intermédiaire ZI de séparation entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2,

5 \*) en sa zone froide ZF, notamment dans un emplacement correspondant à une localisation en sous-caisse C du véhicule automobile :

- l'élément SCR aval SCR2,
- le filtre à particules FAP.

[0058] Plus spécifiquement, la ligne d'échappement 2 illustrée sur la fig.4 comprend successivement depuis son extrémité amont 11 vers son extrémité aval 12 :

10 \*) en sa zone chaude ZC, notamment dans un emplacement de la ligne d'échappement 2 correspondant à une localisation sous le turbocompresseur T équipant le moteur thermique 1 du véhicule automobile :

- le catalyseur d'oxydation CO,
- l'élément SCR annexe SCR3,
- 15 - le débouché 7' de l'injecteur 7,
- le mélangeur principal M,
- l'élément SCR amont SCR1,

\*) en zone médiane, la zone intermédiaire ZI de séparation entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2.

20 \*) en sa zone froide ZF, notamment dans un emplacement correspondant à une localisation en sous-caisse C du véhicule automobile :

- le mélangeur additionnel M',
- l'élément SCR aval SCR2,
- le filtre à particules FAP.

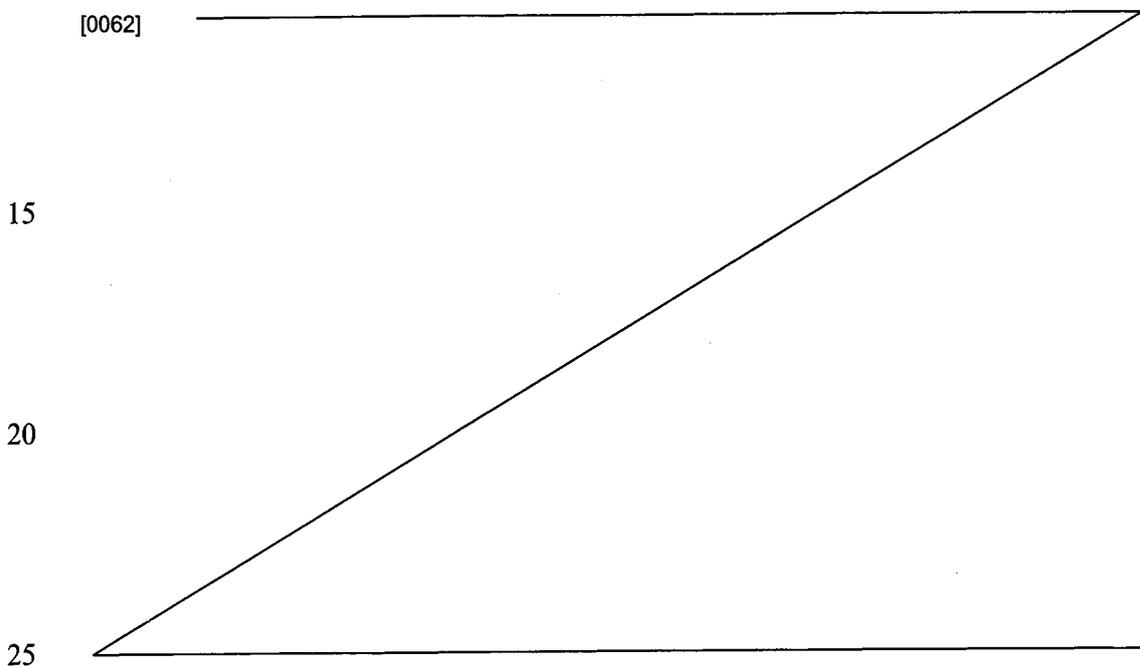
25

[0059] Sur les fig.5 à fig.8, l'élément SCR amont SCR1 est disposé à l'intérieur de la zone froide ZF de la ligne d'échappement 2, et notamment est placé à la distance D1 de l'extrémité amont 11 de la ligne d'échappement 2 qui est à titre indicatif comprise entre 50 % et 75 % de la longueur L de la ligne d'échappement 2. L'élément SCR aval SCR2 est disposé à une distance D2 de l'extrémité  
30 amont 11 de la ligne d'échappement 2 qui est à titre indicatif comprise entre 75 % et 100 % de la longueur L de la ligne d'échappement 2.

[0060] L'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2 sont conjointement disposés à l'intérieur de la zone froide ZF, en sous-caisse C du véhicule automobile. De préférence, l'élément SCR aval SCR2 est joint au filtre à particules FAP dans un boîtier commun, de préférence en étant  
35 placé en adjacence au contact l'un de l'autre. L'élément SCR aval SCR2 et le filtre à particules FAP sont aptes à être installés à l'intérieur de la ligne d'échappement 2 simultanément, avec pour avantage de faciliter les opérations d'installation et de maintenance. L'adjacence en contact entre

l'élément SCR aval SCR2 et le filtre à particules FAP permet une réduction de l'encombrement de la ligne d'échappement 2 sans affecter la qualité de réduction des oxydes d'azote obtenue.

[0061] Sur la fig.5, le mélangeur additionnel M' est disposé entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2 joint au filtre à particules FAP, notamment à l'intérieur de la zone intermédiaire ZI de la ligne d'échappement 2. L'élément SCR amont SCR1 est susceptible d'être arrosé par le réactif réducteur, indifféremment à l'état liquide ou gazeux. La présence du mélangeur additionnel M' procure un mélange homogène entre les gaz d'échappement et l'ammoniac préalablement dissociée en provenance de l'élément SCR amont SCR1, avec pour avantage d'optimiser la dépollution des gaz d'échappement 3 obtenue par réduction des oxydes d'azote (NOx) par l'élément SCR aval SCR2.



[0063] Selon les variantes illustrées sur les fig.5 et fig.6, l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2 joint au filtre à particules FAP, sont disposés à l'intérieur des boîtiers respectifs amont 10 et aval 10'.

Plus spécifiquement, la ligne d'échappement 2 illustrée sur la fig.5 comprend successivement depuis son extrémité amont 11 vers son extrémité aval 12 :

\*) en sa zone chaude ZC, notamment dans un emplacement de la ligne d'échappement 2 correspondant à une localisation sous le turbocompresseur T équipant le moteur thermique 1 du véhicule automobile :

- le catalyseur d'oxydation CO,
- le débouché 7' de l'injecteur 7,
- le mélangeur principal M,

\*) en sa zone froide ZF, notamment dans un emplacement correspondant à une localisation en sous-caisse C du véhicule automobile :

- l'élément SCR amont SCR1 logé à l'intérieur du boîtier amont 10,
- la zone intermédiaire ZI de séparation entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2, logeant le mélangeur additionnel M',
- l'élément SCR aval SCR2 joint en adjacence au filtre à particules FAP, qui sont logés à l'intérieur du boîtier aval 10'.

[0064] Plus spécifiquement, la ligne d'échappement 2 illustrée sur la fig.6 comprend successivement depuis son extrémité amont 11 vers son extrémité aval 12 :

10 [0065] \*) en sa zone chaude ZC, notamment dans un emplacement de la ligne d'échappement 2 correspondant à une localisation sous le turbocompresseur T équipant le moteur thermique 1 du véhicule automobile :

- le catalyseur d'oxydation CO,
- le débouché 7' de l'injecteur 7,
- le mélangeur principal M,

\*) en sa zone froide ZF, notamment dans un emplacement correspondant à une localisation en sous-caisse C du véhicule automobile :

- l'élément SCR amont SCR1 logé à l'intérieur du boîtier amont 10,
- la zone intermédiaire ZI de séparation entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2,
- l'élément SCR aval SCR2 joint en adjacence au filtre à particules FAP, qui sont logés à l'intérieur du boîtier aval 10'.

[0066] Selon les variantes illustrées sur les fig.7 et fig.8, l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2 joint au filtre à particules FAP, sont disposés à l'intérieur d'un boîtier commun 10''.

25 [0067] Plus spécifiquement, la ligne d'échappement 2 illustrée sur la fig.7 comprend successivement depuis son extrémité amont 11 vers son extrémité aval 12 :

\*) en sa zone chaude ZC, notamment dans un emplacement de la ligne d'échappement 2 correspondant à une localisation sous le turbocompresseur T équipant le moteur thermique 1 du véhicule automobile :

- le catalyseur d'oxydation CO,
- le débouché 7' de l'injecteur 7,
- le mélangeur principal M,

\*) en sa zone froide ZF, notamment dans un emplacement correspondant à une localisation en sous-caisse C du véhicule automobile, le boîtier commun 10'' logeant :

- l'élément SCR amont SCR1,
- la zone intermédiaire ZI de séparation entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2, logeant le mélangeur additionnel M',

- l'élément SCR aval SCR2 joint en adjacence au filtre à particules FAP.

[0068] Plus spécifiquement, la ligne d'échappement 2 illustrée sur la fig.8 comprend successivement depuis son extrémité amont 11 vers son extrémité aval 12 :

\*) en sa zone chaude ZC, notamment dans un emplacement de la ligne d'échappement 2  
5 correspondant à une localisation sous le turbocompresseur T équipant le moteur thermique 1 du véhicule automobile :

- le catalyseur d'oxydation CO,
- le débouché 7' de l'injecteur 7,
- le mélangeur principal M,

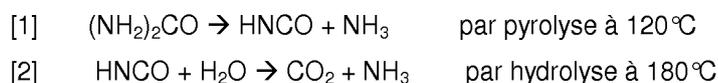
10 \*) en sa zone froide ZF, notamment dans un emplacement correspondant à une localisation en sous-caisse C du véhicule, le boîtier commun 10'' logeant :

- l'élément SCR amont SCR1,
- la zone intermédiaire ZI de séparation entre l'élément SCR amont SCR1 et l'élément SCR aval SCR2,

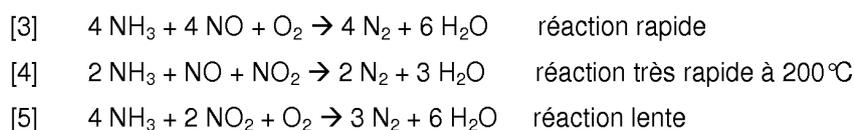
15 - l'élément SCR aval SCR2 joint en adjacence au filtre à particules FAP.

[0069] On notera que le filtre à particules FAP et l'élément SCR aval SCR2 sont susceptibles de constituer un élément monobloc assurant les fonctions de filtre et de réduction des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>). Un tel élément monobloc est susceptible d'être constitué d'une unique pièce céramique ou analogue imprégné d'un agent catalyseur de réduction des oxydes d'azote.

20 [0070] Selon une forme de mise en œuvre de la ligne d'échappement 2 de la présente invention, le réactif réducteur est un réactif réducteur liquide, tel que constitué d'urée ou d'un précurseur de l'urée. Une telle forme de réalisation correspond plus particulièrement aux variantes de réalisation des lignes d'échappement illustrées sur les fig.1, fig.2 et fig.5 à fig.8. L'élément SCR amont SCR1 procure principalement une réaction de dissociation de l'urée en ammoniac, à partir de deux  
25 réactions, telles que les réactions [1] et [2] suivantes :



[0071] L'élément SCR aval SCR2 procure principalement une réaction de réduction des oxydes  
30 d'azote (NO<sub>x</sub>) à partir de l'ammoniac précédemment obtenue en sortie de l'élément SCR amont SCR1, selon trois réactions, telles que les réactions [3], [4] et [5] suivantes :



35 [0072] Les réactions [1] et [2] d'une part et les réactions [3], [4] et [5] d'autre part sont dissociées, les réactions [1] et [2] de pyrolyse-hydrolyse ne perturbant pas les réactions [3], [4] et [5] de

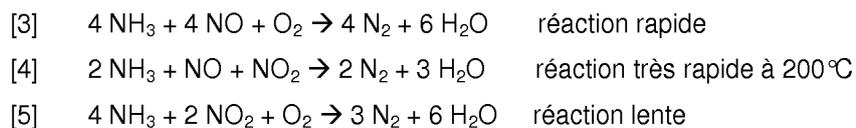
dépollution et réciproquement. Une telle dissociation des réactions [1] et [2] de pyrolyse-hydrolyse et des réactions [3], [4] et [5] de dépollution est d'autant facilitée que L'élément SCR amont SCR1 et L'élément SCR aval SCR2 sont disposés sur la ligne d'échappement 2 en des emplacements distincts et éloignés l'un de l'autre. L'élément SCR amont SCR1 peut être avantageusement placé

5 en zone chaude ZC de la ligne d'échappement 2, son volume étant restreint car seulement exploité pour provoquer essentiellement les réactions [1] et [2] de pyrolyse-hydrolyse. L'élément SCR aval SCR2 peut être avantageusement placé dans une zone du véhicule plus facilement disponible, notamment en sous-caisse C, en zone froide ZF de la ligne d'échappement 2 portée à une température de l'ordre de 150°C, ce qui est suffisant pour l'obtention efficace des réactions [3], [4]

10 et [5] de dépollution.

[0073] Selon une autre forme de mise en œuvre de la ligne d'échappement 2 de la présente invention, le réactif réducteur est un réactif réducteur gazeux, comprenant notamment de l'ammoniac gazeux. Une telle forme de réalisation correspond plus particulièrement aux variantes de réalisation des lignes d'échappement 2 illustrées sur les fig.3 à fig.8. L'élément SCR amont

15 SCR1 et l'élément SCR aval SCR2 procurent une réaction de réduction des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) à partir des trois réactions [3], [4] et [5] suivantes :



**REVENDEICATIONS**

- 1.- Ligne d'échappement (2) de gaz d'échappement (3) produits par un moteur thermique (1), cette ligne d'échappement (2) comprenant un conduit (5) de circulation des gaz d'échappement (3) qui est équipé d'organes de traitement chimique et/ou physique des gaz d'échappement (3), dont au moins un filtre à particules (FAP) et un système de réduction catalytique sélective, dénommé système SCRS, comprenant un injecteur (7) d'un réactif réducteur muni d'un débouché (7') à l'intérieur de la ligne d'échappement (2), et au moins un élément catalyseur, dénommé élément SCR, caractérisée en ce que le système SCRS comprend au moins deux éléments SCR dont un élément SCR amont (SCR1) et un élément SCR aval (SCR2), qui sont disposés sur le conduit (5) successivement en série à distance l'un de l'autre et conjointement en amont du filtre à particules (FAP), l'élément SCR amont (SCR1) et l'élément SCR aval (SCR2) étant structurellement séparés l'un de l'autre par une zone intermédiaire (ZI) de la ligne d'échappement (2) à l'intérieur de laquelle circule les gaz d'échappement (3) entre l'un et l'autre des éléments SCR (SCR1 ;SCR2).
- 2.- Ligne d'échappement (2) selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dit débouché (7') de l'injecteur (7) est interposé entre l'élément SCR amont (SCR1) et un catalyseur d'oxydation (CO) qui est placé en amont de l'élément SCR amont (SCR1).
- 3.- Ligne d'échappement (2) selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce qu'un mélangeur principal (M) est interposé entre le débouché (7') de l'injecteur (7) et l'élément SCR amont (SCR1).
- 4.- Ligne d'échappement (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'élément SCR amont (SCR1) est placé en une zone chaude (ZC) de la ligne d'échappement (2) tandis que l'élément SCR aval (SCR2) est placé en une zone froide (ZF) de la ligne d'échappement (2).
- 5.- Ligne d'échappement (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'élément SCR amont (SCR1) et l'élément SCR aval (SCR2) sont placés en une zone froide (ZF) de la ligne d'échappement (2).
- 6.- Ligne d'échappement (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce qu'un mélangeur additionnel (M') est interposé entre l'élément SCR amont (SCR1) et l'élément SCR aval (SCR2).
- 7.- Ligne d'échappement (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'au moins l'élément SCR aval (SCR2), sinon aussi l'élément SCR amont (SCR1), sont logés dans un boîtier (10',10'') logeant le filtre à particules (FAP).

- 8.- Ligne d'échappement selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisée en ce qu'un troisième élément SCR annexe (SCR3) est placé en interposition entre le catalyseur d'oxydation (CO) et le débouché (7) de l'injecteur (7).
- 5 9.- Méthode d'épuration de gaz d'échappement (3) circulant à l'intérieur d'une ligne d'échappement (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, cette méthode comprenant une opération de traitement chimique des gaz d'échappement (3) par le système de réduction catalytique sélective SCRS apte à éliminer des oxydes d'azote, caractérisée en ce que la dite opération de traitement chimique des gaz d'échappement (3) est réalisée par passage des gaz d'échappement (3) à travers au moins deux éléments SCR distincts
- 10 respectivement amont (SCR1) et aval (SCR2), les gaz d'échappement (3) étant homogénéisés dans une zone intermédiaire (ZI) de la ligne d'échappement (3) s'étendant entre les deux éléments SCR (SCR1 ;SCR2).
- 15 10.- Méthode d'épuration de gaz d'échappement (3) selon la revendication 9, caractérisée en ce que le réactif réducteur étant de l'urée, l'opération de traitement chimique des gaz d'échappement (3) comprend successivement une première étape de dissociation du réactif réducteur injecté par un élément SCR amont (SCR1), puis une deuxième étape de réduction des oxydes d'azote par un élément SCR aval (SCR2).

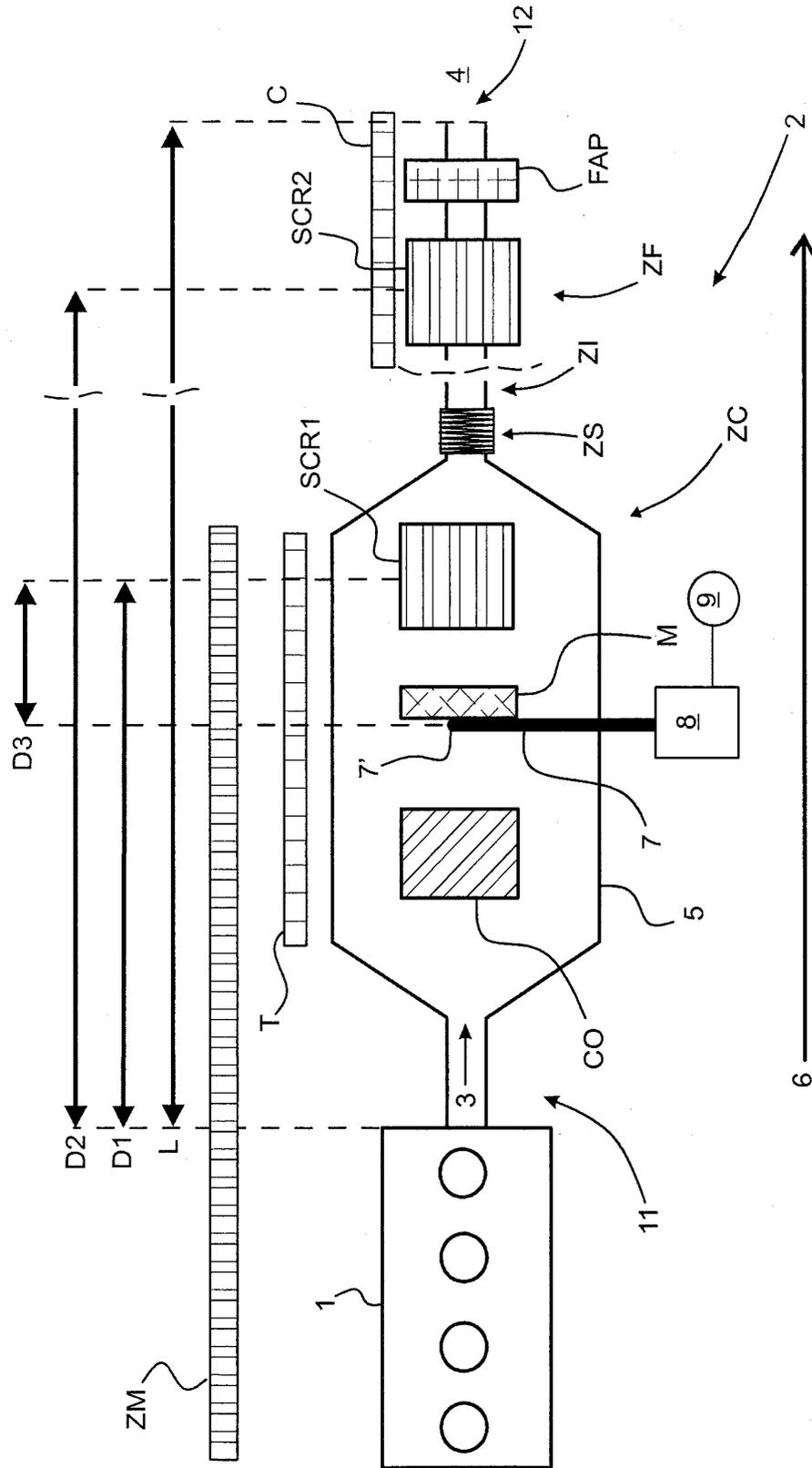


fig.1

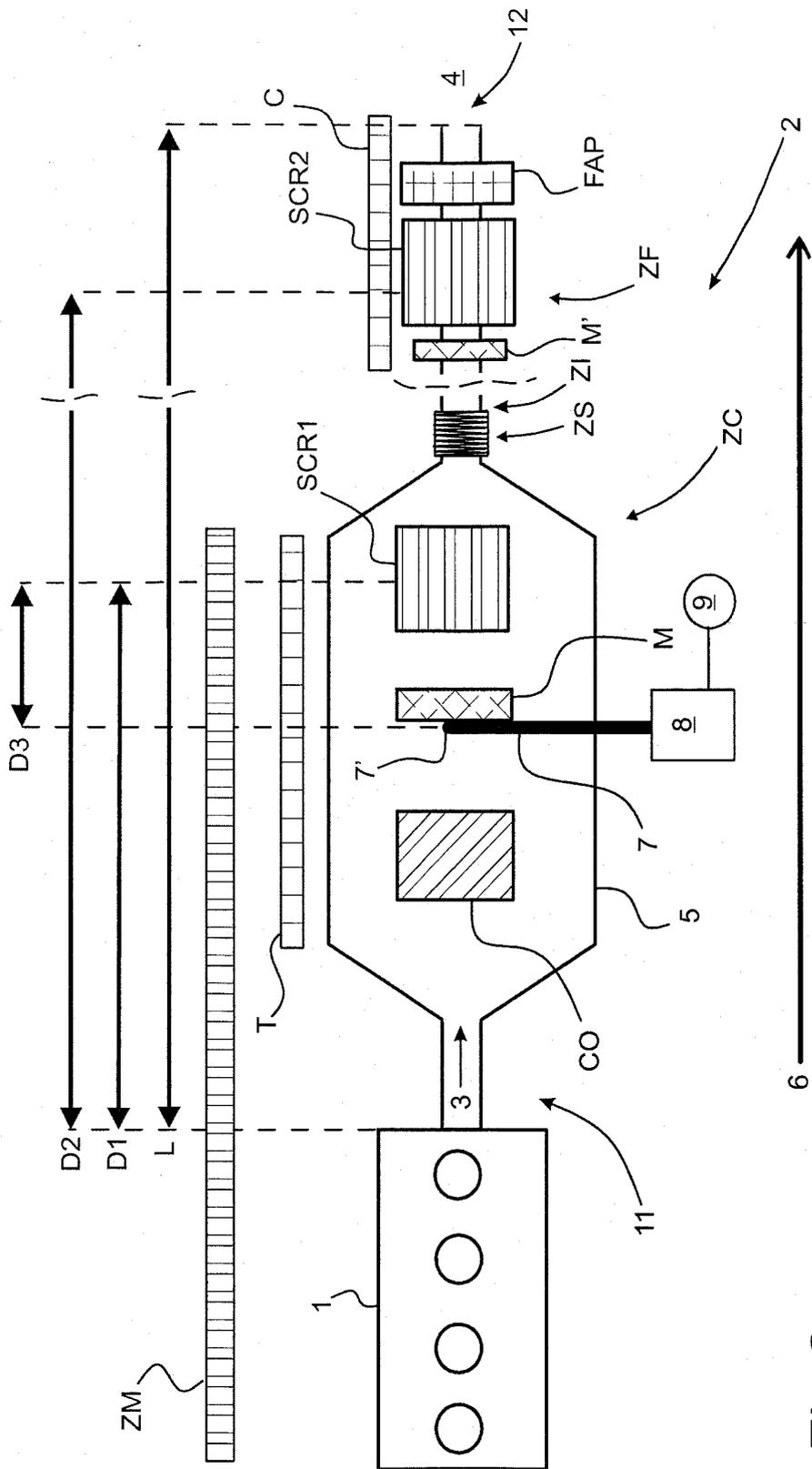


Fig.2

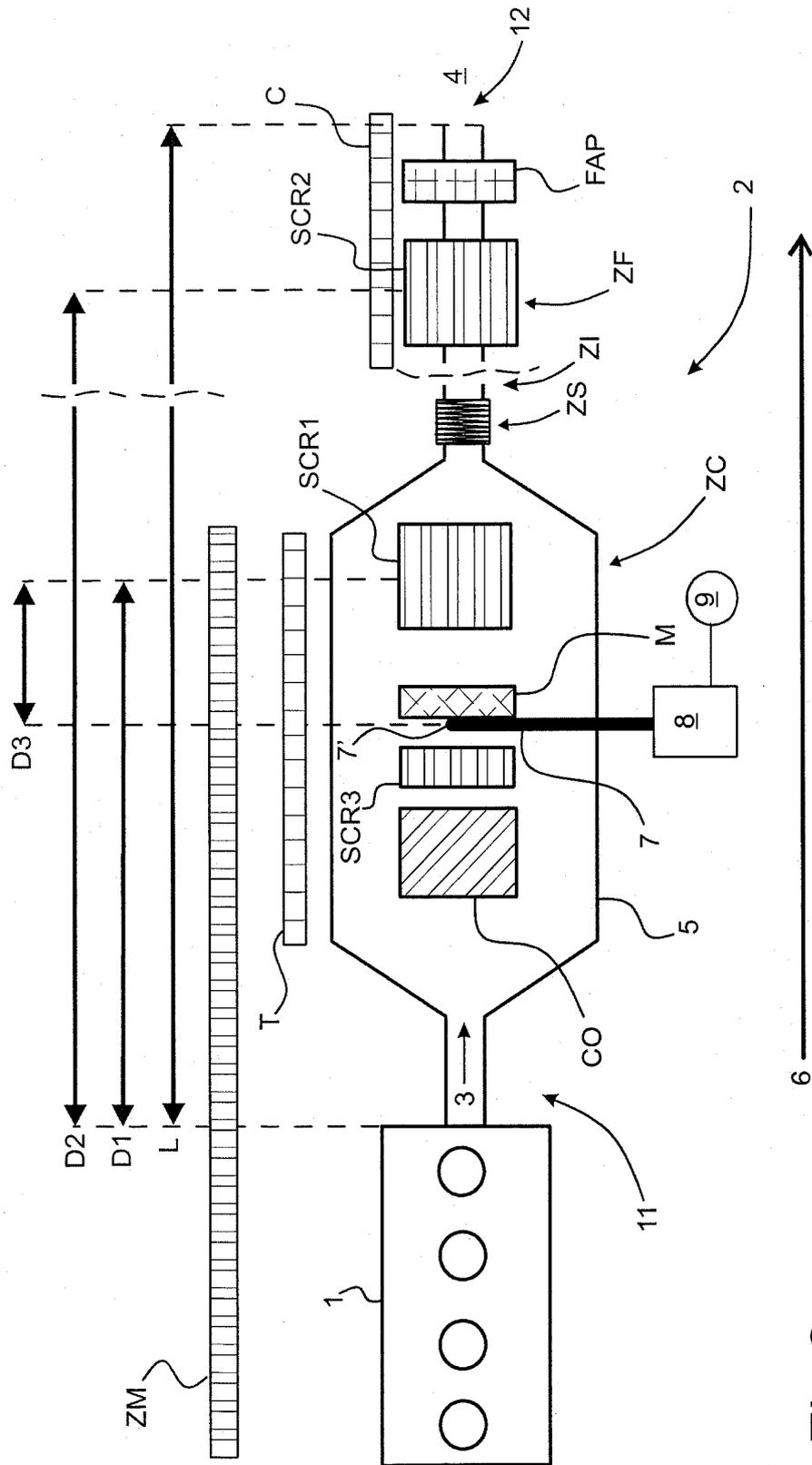


Fig.3

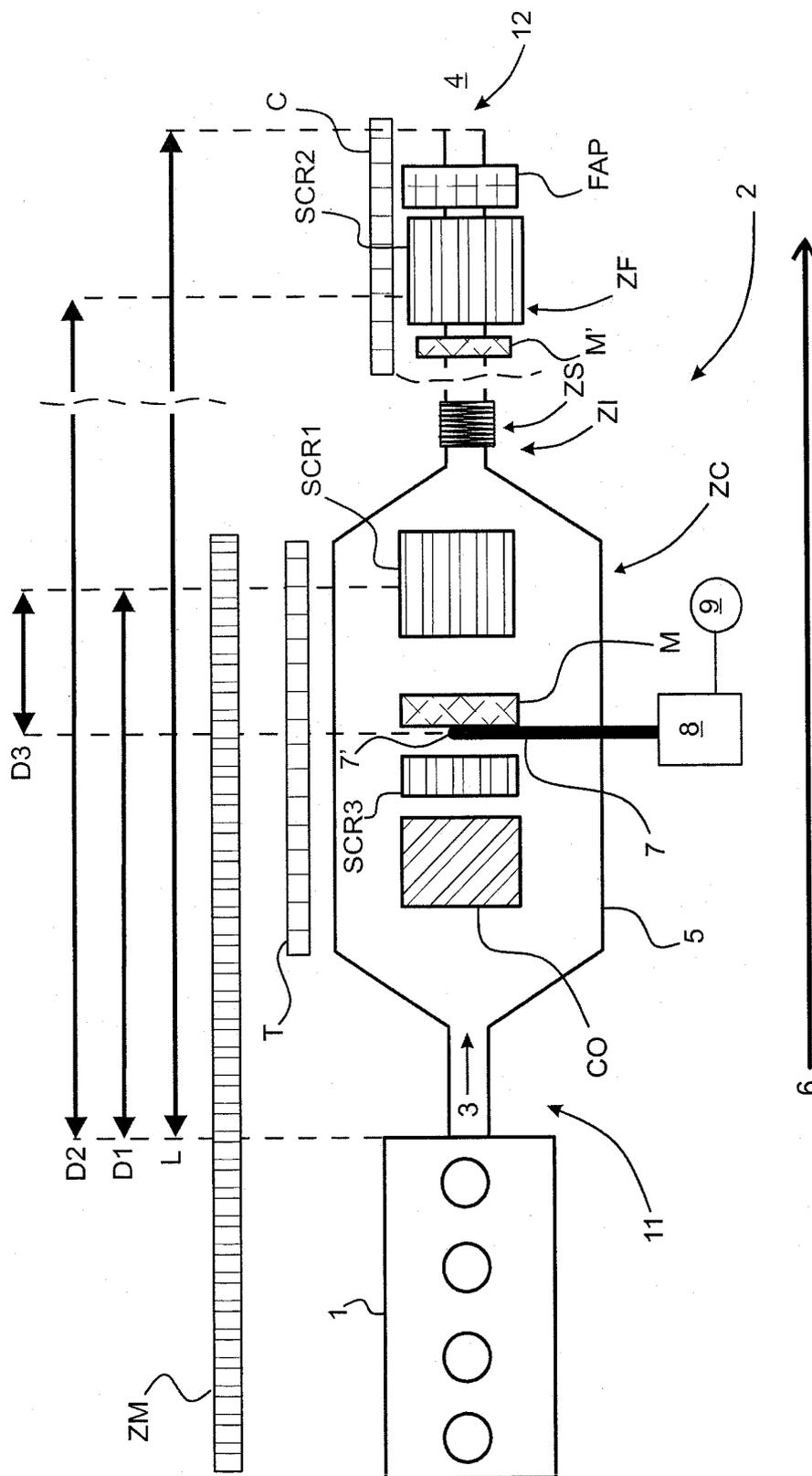


Fig.4

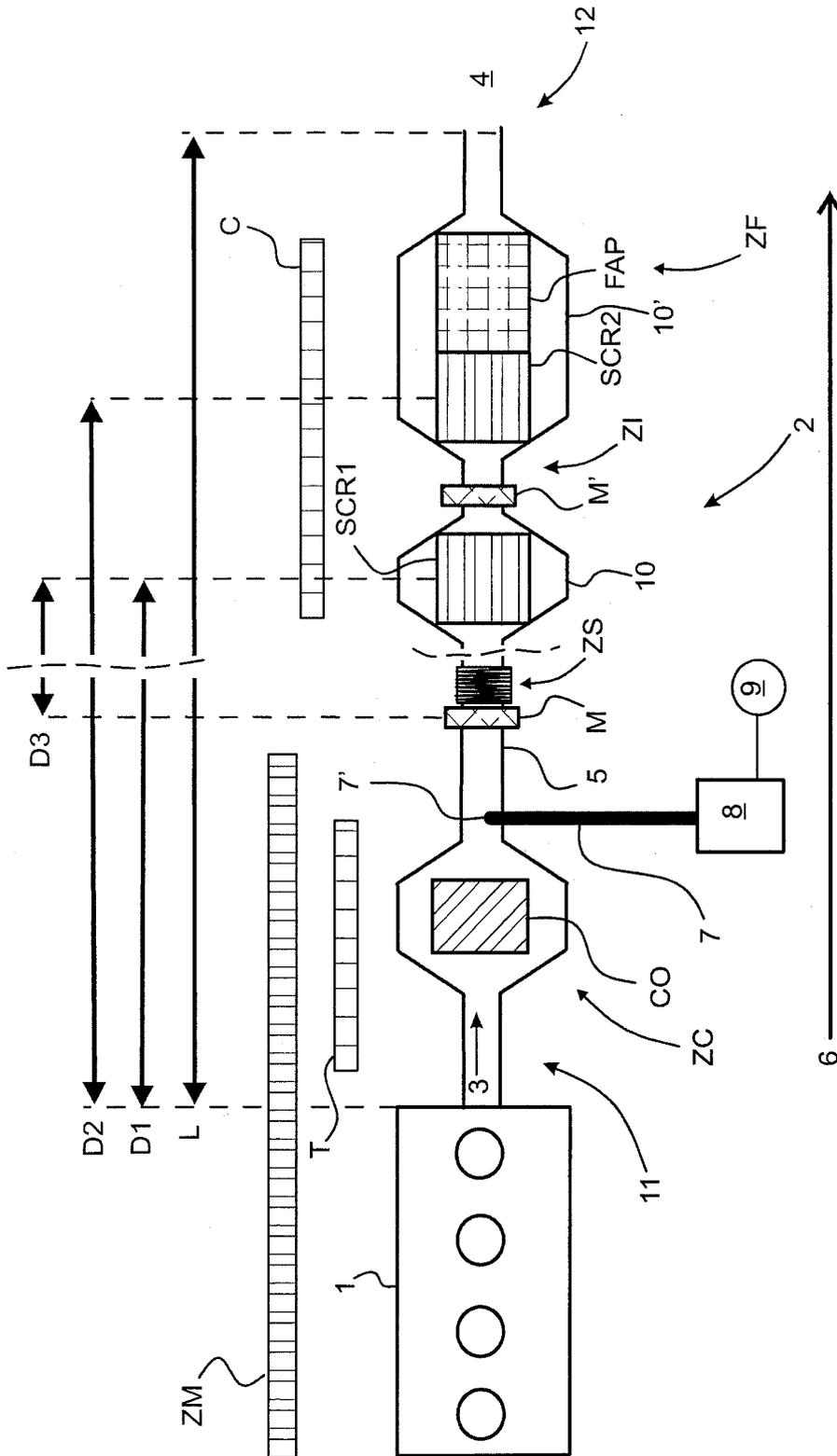


Fig.5

6 / 8

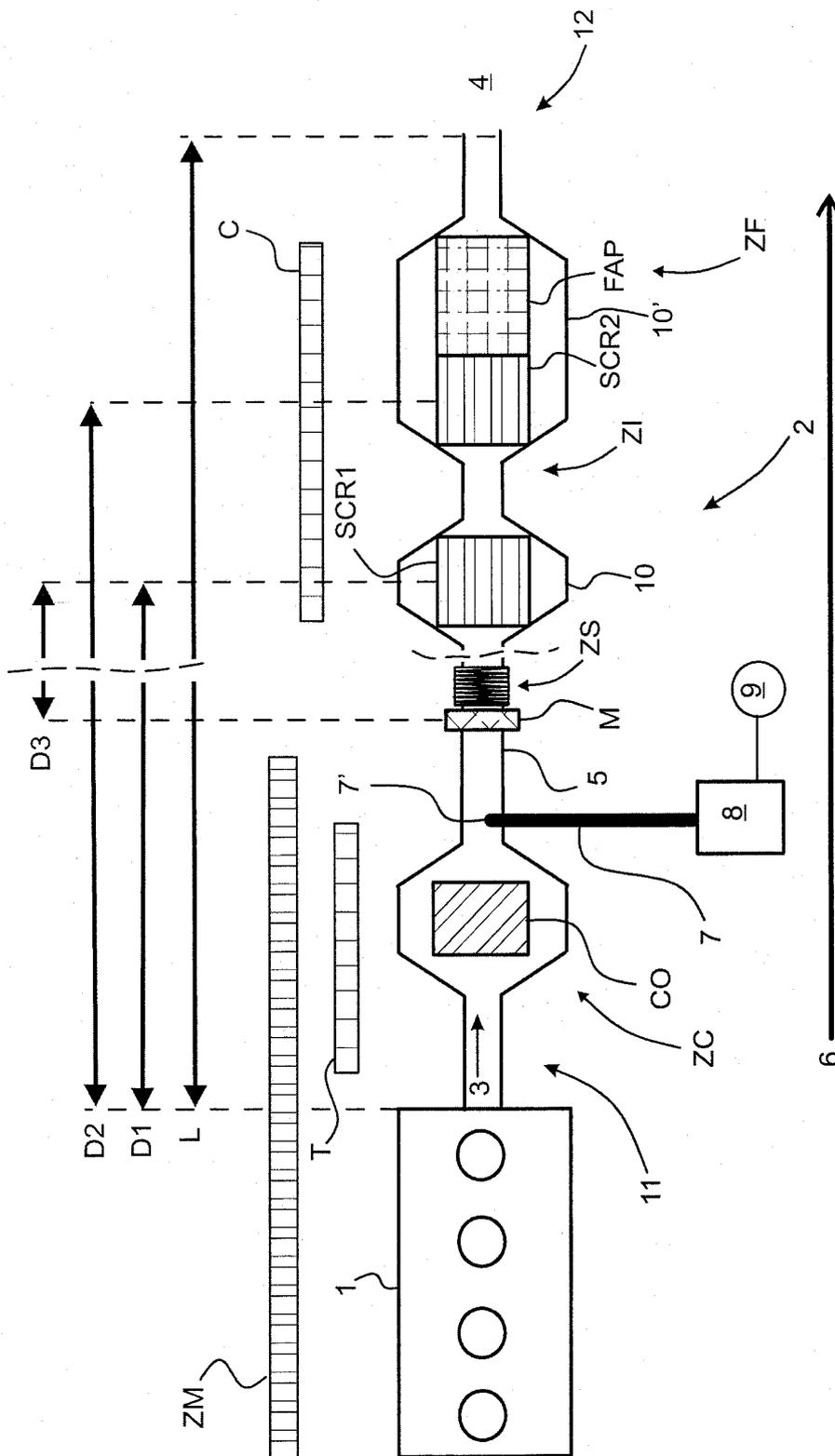


Fig.6



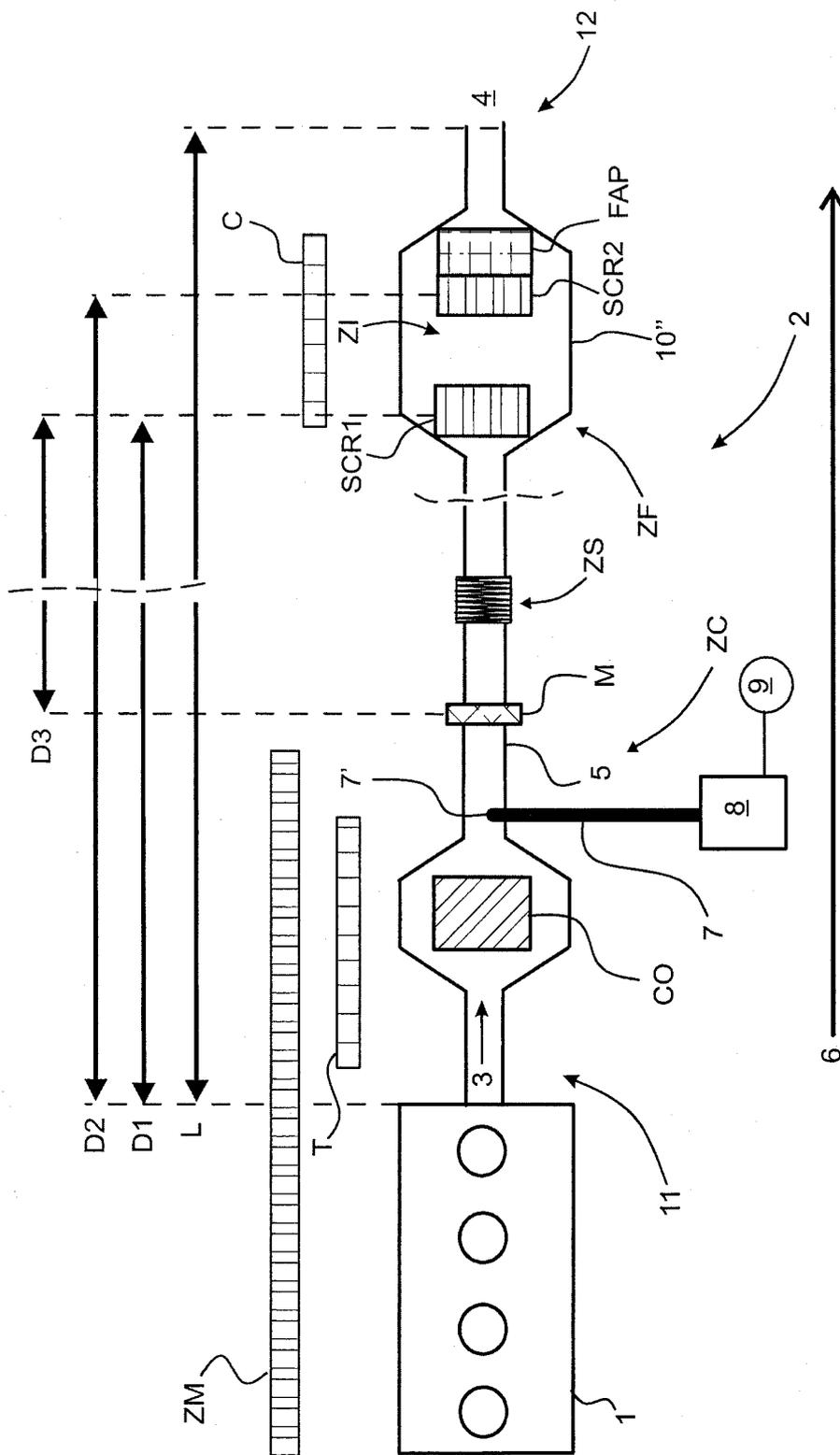


Fig.8



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 746516  
FR 1060516

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 2 230 001 A1 (TNO [NL]) 22 septembre 2010 (2010-09-22)	1,4,5,7, 9,10	F01N3/20 F01N3/08
Y	* alinéas [0017], [0023], [0027], [0029], [0030], [0031], [0035], [0039] * * figure 3b *	2,3,6	F01N3/035
Y	----- US 2007/122317 A1 (DRISCOLL JAMES J [US] ET AL DRISCOLL JAMES JOSHUA [US] ET AL) 31 mai 2007 (2007-05-31) * alinéas [0019], [0027] * * figure 1 *	2,3,6	
A	----- EP 1 900 916 A2 (MAN NUTZFAHRZEUGE AG [DE]) 19 mars 2008 (2008-03-19) * alinéas [0052], [0053] * * figure 4 * -----	8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01N
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		20 juillet 2011	Ikas, Gerhard
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1060516 FA 746516**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 20-07-2011

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2230001	A1	22-09-2010	AUCUN	
-----				
US 2007122317	A1	31-05-2007	CN 101321575 A	10-12-2008
			DE 112006003231 T5	02-10-2008
			JP 2009517210 A	30-04-2009
			WO 2007064412 A1	07-06-2007
-----				
EP 1900916	A2	19-03-2008	DE 102006038289 A1	21-02-2008
			US 2008041050 A1	21-02-2008
-----				