

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 939 471

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

②1 N° d'enregistrement national :

08 06896

⑤1 Int Cl⁸ : F 01 N 3/26 (2006.01), F 01 N 7/16, 3/021

⑫

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

②2 Date de dépôt : 09.12.08.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.06.10 Bulletin 10/23.

⑤6 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés : Certificat d'utilité résultant de la trans-
formation volontaire de la demande de brevet dépo-
sée le 09/12/08.

⑦1 Demandeur(s) : RENAULT SAS Société par actions
simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : MATOS PATRICK et VILLEGAS
ANDRES FELIPE.

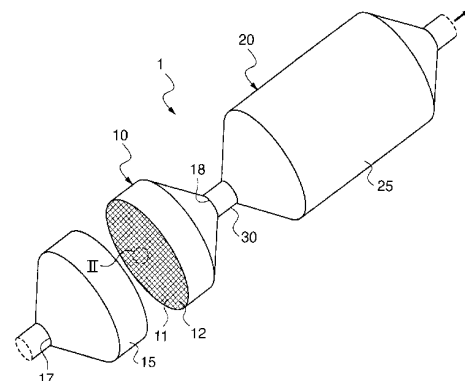
⑦3 Titulaire(s) : RENAULT SAS Société par actions sim-
plifiée.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET CORALIS.

⑤4 LIGNE D'ÉCHAPPEMENT COMPORTANT UN MODULE DE RECHAUFFEMENT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT
SUIVI D'UN SYSTÈME DE POST-TRAITEMENT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT.

⑤7 L'invention concerne une ligne d'échappement (1) de
moteur à combustion interne comportant, suivant le sens
d'écoulement des gaz d'échappement, un collecteur
d'échappement et un système de post-traitement des gaz
d'échappement (20).

Selon l'invention, cette ligne d'échappement comporte,
entre ledit collecteur d'échappement et ledit système de
post-traitement des gaz d'échappement, un module de ré-
chauffement (10) des gaz d'échappement pourvu intérieu-
rement d'au moins un conduit (11) d'écoulement de gaz
d'échappement dont la paroi est revêtue de zéolithe adap-
tée à générer une exothermicité par adsorption d'eau.



FR 2 939 471 - A3



DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

La présente invention concerne de manière générale le traitement des gaz d'échappement rejetés par les moteurs à combustion interne.

5 Elle concerne plus particulièrement une ligne d'échappement de moteur à combustion interne comportant, suivant le sens d'écoulement des gaz d'échappement, un collecteur d'échappement et un système de post-traitement des gaz d'échappement.

10 Elle concerne également un moteur à combustion interne comportant un bloc-moteur équipé de cylindres, une ligne d'admission d'air frais dans les cylindres du bloc-moteur et une telle ligne d'échappement des gaz d'échappement hors des cylindres du bloc-moteur.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

15 Les systèmes de post-traitement des gaz d'échappement utilisés pour réduire les émissions polluantes des moteurs fonctionnent de manière optimale sur une plage de températures comprise entre 150 et 250 degrés Celsius. Ils présentent donc des performances fortement réduites à température ambiante, juste après le démarrage du moteur ou pendant les phases froides du fonctionnement du moteur. En conséquence, la majeure partie des polluants non traités est rejetée hors du moteur dans les minutes qui suivent la phase de
20 démarrage.

Une des solutions pour améliorer l'efficacité des systèmes de post-traitement est d'augmenter la quantité de métaux précieux ou d'augmenter les volumes de ces systèmes. Néanmoins, étant donné le prix élevé des matériaux précieux utilisés dans les systèmes de post-traitement, par exemple celui des
25 métaux précieux, il est difficile de limiter le phénomène de rejets de polluants à froid par ce biais.

Il est alors connu d'élever artificiellement la température des gaz d'échappement au démarrage du moteur afin de limiter ces émissions à froid (cas des stratégies de chauffe). Par ailleurs, pour des applications de type régénération
30 du filtre à particules dans les moteurs Diesel, nécessitant une température élevée pour la combustion des suies, il est aussi connu d'augmenter la température des gaz entrant dans le filtre à particules en générant une post-injection de carburant soit dans la chambre de combustion, soit directement dans la ligne d'échappement du moteur. Ce surplus de carburant est oxydé au sein du catalyseur d'oxydation
35 placé en amont du filtre à particules, ce qui entraîne alors une élévation très rapide de la température des gaz d'échappement et permet ainsi d'amorcer la régénération des suies. Ces méthodes génèrent toutefois une surconsommation

en carburant et provoquent un accroissement des émissions de dioxyde de carbone.

On connaît également du document US 5 398 747 un véhicule équipé d'un échangeur de chaleur comportant une entrée d'air frais raccordée à l'atmosphère et deux sorties d'air réchauffé respectivement raccordées à l'intérieur de l'habitacle du véhicule et à la ligne d'échappement du moteur, en amont de son système de post-traitement des gaz d'échappement.

Cet échangeur de chaleur est revêtu intérieurement de zéolithe et comporte un circuit fermé d'injection d'eau et d'éthanol sur la zéolithe. Cette zéolithe est un minéral alumino-silicaté dont le réseau cristallin possède des cavités volumineuses dans lesquelles peuvent se loger de nombreuses molécules d'eau. L'adsorption d'eau par la zéolithe s'accompagne alors d'une libération de chaleur permettant de réchauffer l'air frais prélevé dans l'atmosphère. Une forte chaleur reçue par la zéolithe permet ensuite la désorption de cette eau. Le cycle adsorption/désorption d'eau peut être renouvelé indéfiniment. Cette propriété permet donc à la zéolithe de produire de la chaleur selon le principe de la pompe à chaleur.

Cet échangeur de chaleur est ainsi adapté à réchauffer l'air frais prélevé dans l'atmosphère et à l'insuffler dans le système de post-traitement des gaz d'échappement pour accroître sa température. Cette élévation de température reste toutefois limitée et ne permet pas de réduire sensiblement le délai d'amorçage du système de post-traitement des gaz d'échappement. En effet, à moins de prévoir une quantité très volumineuse de zéolithe, la température des gaz d'échappement devient rapidement supérieure à la température de l'air réchauffé, si bien que l'échangeur de chaleur présente une efficacité contestable.

Par ailleurs, cet échangeur de chaleur, équipé de son circuit fermé, s'avère onéreux à fabriquer et encombrant, ce qui rend difficile son embarquabilité à bord d'un véhicule automobile.

OBJET DE L'INVENTION

Afin de remédier aux inconvénients précités de l'état de la technique, la présente invention propose une nouvelle ligne d'échappement de moteur à combustion interne favorisant sensiblement la vitesse de réchauffement du système de post-traitement des gaz d'échappement.

Plus particulièrement, on propose selon l'invention une ligne d'échappement telle que définie dans l'introduction, qui comporte, entre son collecteur d'échappement et son système de post-traitement des gaz d'échappement, un module de réchauffement des gaz d'échappement pourvu

intérieurement d'au moins un conduit d'écoulement de gaz d'échappement dont la paroi est revêtue de zéolithe adaptée à générer une exothermicité par adsorption d'eau.

5 Ainsi, au démarrage du moteur, une simple injection d'eau sur cette zéolithe permet d'élever artificiellement la température des gaz d'échappement et, partant, celle du système de post-traitement des gaz d'échappement situé en aval. L'eau naturellement contenue dans les gaz d'échappement permet également d'élever artificiellement cette température. Cette élévation de température permet d'accroître très sensiblement la vitesse de réchauffement du système de post-
10 traitement des gaz d'échappement afin d'éviter que dans les minutes qui suivent son démarrage ou durant les phases froides, le moteur ne génère une pollution importante.

Grâce à sa disposition dans la ligne d'échappement, ce module de réchauffement peut en outre être aisément disposé à proximité du système de
15 post-traitement des gaz d'échappement, de manière à limiter les pertes thermiques et à accroître le rendement de cette zéolithe.

Par ailleurs, l'eau libérée par la zéolithe (lorsque celle-ci atteint une température élevée) se mêle aux gaz d'échappement et est directement rejetée dans l'atmosphère. Le module de réchauffement, dépourvu de circuit fermé,
20 présente donc un coût réduit.

D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de la ligne d'échappement conforme à l'invention sont les suivantes :

- le module de réchauffement comporte une structure en nid d'abeille définissant une pluralité de conduits et la zéolithe forme une couche
25 d'imprégnation revêtant les parois de chaque conduit ;

- le module de réchauffement et le système de post-traitement des gaz d'échappement comportent chacun une enveloppe en acier inoxydable distincte ;

- les enveloppes du module de réchauffement et du système de post-
30 traitement des gaz d'échappement sont raccordées par un conduit de jonction de faible longueur, au moins inférieure à 50 centimètres et préférentiellement inférieure à 10 centimètres ;

- en variante, le système de post-traitement des gaz d'échappement et le module de réchauffement comportent une enveloppe en acier inoxydable unique ;

- dans l'un des modes de réalisation, il est prévu des moyens d'injection
35 d'eau dans les gaz d'échappement, équipés d'un injecteur situé en amont ou à l'entrée du module de réchauffement ;

- dans l'autre des modes de réalisation, l'eau contenue dans les gaz

d'échappement suffit à générer l'exothermicité souhaitée ;

- le système de post-traitement des gaz d'échappement comporte une structure définissant une pluralité de conduits d'écoulement de gaz d'échappement, une couche d'imprégnation catalytique recouvrant les parois des conduits de ladite structure, et une couche de zéolithe qui recouvre au moins en partie les parois des conduits de ladite structure et qui est adaptée à générer une exothermicité par adsorption d'eau ;

- la couche de zéolithe est confondue avec la couche d'imprégnation catalytique ou est superposée à cette couche d'imprégnation catalytique, sous celle-ci ;

- la zéolithe de la couche de zéolithe du système de post-traitement des gaz d'échappement présente une température d'adsorption de l'eau supérieure à la température d'adsorption de l'eau de la zéolithe du module de réchauffement.

L'invention concerne également un moteur à combustion interne comportant un bloc-moteur équipé de cylindres, une ligne d'admission d'air frais dans les cylindres du bloc-moteur et une telle ligne d'échappement des gaz d'échappement.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE D'UN EXEMPLE DE RÉALISATION

La description qui va suivre, en regard des dessins annexés, donnée à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'une ligne d'échappement selon l'invention, équipée d'un module de réchauffement et d'un système de post-traitement des gaz d'échappement,

- la figure 2 est une vue de détail de la zone II de la figure 1, et

- la figure 3 est une vue de détail d'un conduit du système de post-traitement des gaz d'échappement.

L'invention s'applique à tout type de moteur à combustion interne rejetant des éléments polluants à traiter, et plus précisément à tout type de moteur à combustion interne à allumage par compression (Diesel).

En amont des cylindres, le moteur à combustion interne comporte une ligne d'admission qui prélève de l'air frais dans l'atmosphère et qui amène et répartit cet air frais dans chacun des cylindres du bloc-moteur. Cette ligne d'admission est équipée d'une vanne de régulation du débit d'air frais.

En sortie des cylindres, le moteur à combustion interne comporte une ligne d'échappement de gaz d'échappement. Cette ligne d'échappement

comprend, suivant le sens d'écoulement des gaz d'échappement, un collecteur d'échappement pour collecter les gaz d'échappement qui sortent de chacun des cylindres du bloc-moteur, et au moins un système de post-traitement des gaz d'échappement pour traiter et/ou filtrer les éléments polluants contenus dans les gaz d'échappement, avant que ces gaz d'échappement ne soient évacués dans l'atmosphère.

Ici, la ligne d'échappement comporte, d'une part, un catalyseur d'oxydation pour traiter les hydrocarbures imbrûlés HC et le monoxyde de carbone CO contenus dans les gaz d'échappement, et, d'autre part, un filtre à particules pour capter les particules solides en suspension dans ces gaz.

En variante, elle pourrait comporter un piège à oxydes d'azote NOx (« Nox-Trap » ou catalyseur SCR), ou tout autre type de convertisseur catalytique (convertisseur trois voies pour traiter les hydrocarbures imbrûlés HC, les oxydes d'azote NOx et le monoxyde de carbone CO dans le cas d'un moteur à allumage commandé).

Le moteur à combustion interne comporte par ailleurs une ligne de recirculation des gaz d'échappement (également appelée ligne EGR) qui prend naissance dans la ligne d'échappement, qui débouche dans la ligne d'admission et qui est équipée d'une vanne de régulation du débit de gaz d'échappement.

Il comporte également des injecteurs de carburant qui débouchent dans les cylindres du moteur à combustion interne ou, en variante, en amont des cylindres, dans la ligne d'admission.

Il comporte enfin une unité de pilotage adaptée à piloter les différents organes du moteur, en particulier ici les vannes de régulation des débits de gaz d'échappement et d'air frais ainsi que les injecteurs de carburant.

Sur la figure 1, on a représenté une portion de la ligne d'échappement 1 avec son système de post-traitement 20, à savoir ici son catalyseur d'oxydation et son filtre à particules. Ce système de post-traitement 20 est ici de type classique, avec une structure interne en nid d'abeille recouverte d'un revêtement catalytique pour oxyder les éléments polluants contenus dans les gaz d'échappement, et une enveloppe externe 25 cylindrique en acier inoxydable.

Bien sûr, en variante, on pourrait également prévoir que le filtre à particules ne soit pas catalysé et qu'il soit dépourvu de revêtement catalytique.

Quoi qu'il en soit, ici, on définit par rapport à ce système de post-traitement 20 une température seuil T_s , généralement comprise entre 150 et 250 degrés Celsius, en dessous de laquelle il présente une efficacité d'oxydation des hydrocarbures HC et du monoxyde de carbone CO très fortement réduite, si bien

qu'il ne remplit pas correctement son office.

Selon une caractéristique particulièrement avantageuse de l'invention, comme le montre cette figure 1, la ligne d'échappement 1 comporte, entre son collecteur d'échappement et son système de post-traitement 20, un module de réchauffement 10 des gaz d'échappement pourvu intérieurement d'au moins un conduit 11 d'écoulement de gaz d'échappement dont la paroi est revêtue de zéolithe capable de générer une exothermicité par adsorption d'eau.

Ce module de réchauffement 10 comporte ici une structure en nid d'abeille 12 réalisée en céramique et logée dans une enveloppe externe 15 en acier inoxydable. Cette enveloppe externe 15 est ici cylindrique et présente des extrémités coniques pourvues d'ouvertures d'entrée 17 et de sortie 18 des gaz d'échappement.

Telles que représentées sur la figure 1, les enveloppes externes 15, 25 du module de réchauffement 10 et du système de post-traitement 20 sont distinctes et liées entre elles par un conduit de jonction 30 de faible longueur, inférieure à 50 centimètres (et préférentiellement inférieure à 10 centimètres).

En variante, les structures en nid d'abeille du module de réchauffement et du système de post-traitement pourraient être logées dans une même enveloppe en acier inoxydable, l'une derrière l'autre.

Quoi qu'il en soit, la structure en nid d'abeille 5 du module de réchauffement 10 définit ici une pluralité de conduits rectilignes 11 parallèles entre eux, le long desquels s'écoulent les gaz d'échappement. Le nombre et le diamètre des conduits rectilignes 10 est prévu pour limiter les pertes de charge induites par la présence du module de réchauffement 10 dans la ligne d'échappement 1.

La zéolithe forme une couche d'imprégnation 13 revêtant les parois de l'ensemble de ces conduits rectilignes 11.

Comme le montre la figure 2, cette couche d'imprégnation 13 recouvre intégralement les parois des conduits rectilignes 11 de la structure en nid d'abeille 12. Ainsi, lorsqu'elle est arrosée d'eau, la couche d'imprégnation 13 libère de la chaleur et réchauffe l'ensemble des gaz d'échappement qui traversent le module de réchauffement 10.

Cette eau se trouve naturellement dans les gaz d'échappement issus de la combustion de carburant (Diesel) et d'air frais dans les cylindres du bloc-moteur.

Toutefois, pour permettre de réchauffer plus rapidement les gaz d'échappement et le système de post-traitement 20, le moteur à combustion interne comporte ici des moyens supplémentaires (non représentés) d'injection d'eau dans la ligne d'échappement 1, en amont du module de réchauffement 10.

Ces moyens d'injection d'eau pourront par exemple comporter un réservoir d'eau sous pression, raccordé à un injecteur débouchant dans l'ouverture d'entrée 17 du module de réchauffement 10. De tels moyens d'injection pourront ainsi permettre d'arroser la couche d'imprégnation 13 dès le démarrage du moteur ou lors de son fonctionnement à froid, de manière à réchauffer très rapidement les gaz d'échappement et, partant, le système de post-traitement 20 afin que la température de ce dernier dépasse rapidement la température seuil T_s .

Il existe diverses sortes de zéolithes. La zéolithe utilisée dans le module de réchauffement 10 est ici choisie pour avoir une température d'adsorption d'eau très basse, préférentiellement proche de 0 degré Celsius. Elle peut ainsi libérer de la chaleur très tôt après le démarrage du moteur ou lors de son fonctionnement à froid. Elle est en outre choisie pour chauffer les gaz d'échappement à une température supérieure à 100 degrés, préférentiellement égale à 200 degrés. Elle est enfin choisie pour libérer la vapeur d'eau qu'elle a accumulée lorsque les gaz d'échappement atteignent une température élevée, préférentiellement supérieure à 200 degrés Celsius.

Une zéolithe répondant à ces caractéristiques présentera préférentiellement un rapport silicium sur Aluminium (Si/Al) faible, afin qu'elle soit hydrophile et qu'elle puisse adsorber une quantité élevée d'eau (par exemple une zéolithe A, X, Y, etc ...).

En fonctionnement, l'unité de pilotage commande les moyens d'injection d'eau de la manière suivante.

Au démarrage du moteur à combustion interne ou lors de son fonctionnement à froid, l'unité de pilotage relève la température des gaz d'échappement.

Tant que cette température reste inférieure à la température seuil T_s , l'unité de pilotage commande l'injection d'eau dans le module de réchauffement 10. Cette eau vient se loger dans les cavités du réseau cristallin de la zéolithe, ce qui a pour effet de produire de la chaleur qui réchauffe les gaz d'échappement. Les gaz d'échappement sortent alors du module de réchauffement 10 avec une température élevée et entrent dans le système de post-traitement 20 en le réchauffant (alors même que la température de gaz d'échappement à l'entrée du module de réchauffement 10 n'est pas encore élevée).

La montée en température de ce système de post-traitement 20 est ainsi rapide, si bien que les éléments polluants contenus dans les gaz d'échappement commencent à être efficacement traités très tôt après le démarrage du moteur ou pendant les phases froides.

Puis, lorsque la température des gaz d'échappement dépasse la température seuil T_s , l'unité de pilotage du moteur stoppe l'injection d'eau. Le moteur continuant de chauffer, l'eau contenue dans la zéolithe s'échappe des cavités de son réseau cristallin et se mêle aux gaz d'échappement rejetés dans l'atmosphère.

Puis, lorsque la température du système de post-traitement 20 repasse sous la température seuil T_s , par exemple parce que le moteur fonctionne à bas régime, l'unité de pilotage commande à nouveau l'injection d'eau dans les gaz d'échappement. Cette injection permet de maintenir le système de post-traitement 20 à une température aussi élevée que possible. Cette injection est particulièrement avantageuse lorsque le moteur se trouve dans une phase de régénération active de son filtre à particules.

Cette régénération active consiste, lorsque le filtre à particules est encombré d'une grande quantité de particules solides, à injecter un excédent de carburant dans les cylindres ou directement dans la ligne d'échappement, ce qui entraîne une phase d'oxydation exothermique du carburant dans le catalyseur d'oxydation ou directement dans le filtre à particules catalysé. Les gaz d'échappement sortent alors du catalyseur d'oxydation avec une température très élevée (500 à 650 degrés Celsius) et entrent dans le filtre à particules en brûlant la majorité des particules solides qui remplissent ce dernier. On comprend que le maintien du système de post-traitement 20 à très haute température permet ainsi de continuer la régénération du filtre, même si le régime du moteur baissant, la température des gaz d'échappement à l'entrée du module de réchauffement 10 diminue.

La présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à son esprit.

En particulier, on pourra prévoir d'incorporer de la zéolithe directement dans le système de post-traitement 20.

Ce système de post-traitement 20 comporte, comme le montre la figure 3, une structure en nid d'abeille 22 définissant une pluralité de conduits 21 d'écoulement de gaz d'échappement. Les parois de ses conduits 21 sont recouvertes d'une couche d'imprégnation catalytique 24.

Ici, le système de post-traitement 20 comporte en outre une couche de zéolithe 23 qui recouvre au moins en partie (préférentiellement complètement) les parois des conduits 21 de la structure 22 du système de post-traitement 20.

Les couches de zéolithe 23 et d'imprégnation catalytique 24 peuvent être

soit confondues, soit superposées.

Telles que représentées sur la figure 3, les couches de zéolithe 23 et d'imprégnation catalytique 24 sont superposées et la couche de zéolithe 23 est située sous la couche d'imprégnation catalytique 24.

5 La couche d'imprégnation catalytique 24 est ainsi directement au contact des gaz d'échappement, ce qui lui permet d'oxyder efficacement les éléments polluants contenus dans ces gaz. Elle est ici réalisée pour être perméable à l'eau, de manière que l'eau puisse atteindre la couche de zéolithe 23.

10 La couche de zéolithe 23 est par ailleurs au contact direct de la couche d'imprégnation catalytique 24, de manière à pouvoir réchauffer efficacement cette dernière lorsqu'elle reçoit de l'eau.

Préférentiellement, cette couche de zéolithe 23 est réalisée avec une zéolithe d'un type différent de celle utilisée dans le module de réchauffement 10, de manière qu'elle présente une température d'adsorption d'eau supérieure à celle
15 de la zéolithe utilisée dans le module de réchauffement 10.

Ainsi, au démarrage du moteur, lorsque l'unité de pilotage commande l'injection d'eau dans le module de réchauffement 10, l'eau ne vient se loger que dans les cavités du réseau cristallin de la zéolithe de ce module. Cette zéolithe génère alors de la chaleur et réchauffe ainsi les gaz d'échappement et, partant, la
20 couche d'imprégnation catalytique 24 du système de post-traitement 20.

Puis, lorsque cette zéolithe atteint la température au-dessus de laquelle elle cesse de produire de la chaleur, l'unité de pilotage stoppe l'injection d'eau. Cette zéolithe commence alors à rejeter de la vapeur d'eau. Une partie de cette vapeur d'eau s'échappe dans les gaz d'échappement tandis qu'une autre partie
25 entre dans la couche de zéolithe 23 du système de post-traitement 20. La couche de zéolithe 23 produit ainsi à son tour de la chaleur.

En résumé, ces deux types de zéolithe permettent de produire de la chaleur sur une plage de températures plus vaste.

REVENDICATIONS

1. Ligne d'échappement (1) de moteur à combustion interne comportant, suivant le sens d'écoulement des gaz d'échappement, un collecteur d'échappement et un système de post-traitement des gaz d'échappement (20), caractérisée en ce qu'elle comporte, entre ledit collecteur d'échappement et ledit système de post-traitement des gaz d'échappement (20), un module de réchauffement (10) des gaz d'échappement pourvu intérieurement d'au moins un conduit (11) d'écoulement de gaz d'échappement dont la paroi est revêtue de zéolithe adaptée à générer une exothermicité par adsorption d'eau.

2. Ligne d'échappement (1) selon la revendication précédente, dans laquelle le module de réchauffement (10) comporte une structure en nid d'abeille (12) définissant une pluralité de conduits (11) et dans laquelle la zéolithe forme une couche d'imprégnation (13) revêtant les parois de chaque conduit (11).

3. Ligne d'échappement (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le module de réchauffement (10) et le système de post-traitement des gaz d'échappement (20) comportent chacun une enveloppe (15, 25) en acier inoxydable distincte.

4. Ligne d'échappement (1) selon la revendication précédente, dans laquelle les enveloppes (15, 25) du module de réchauffement (10) et du système de post-traitement des gaz d'échappement (20) sont raccordées par un conduit de jonction (30) de faible longueur, inférieure à 50 centimètres.

5. Ligne d'échappement selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle le système de post-traitement des gaz d'échappement et le module de réchauffement comportent une enveloppe en acier inoxydable unique.

6. Ligne d'échappement (1) selon l'une des revendications précédentes, comportant des moyens d'injection d'eau dans les gaz d'échappement, équipés d'un injecteur situé en amont ou à l'entrée du module de réchauffement (10).

7. Ligne d'échappement (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le système de post-traitement des gaz d'échappement (20) comporte une structure (22) définissant une pluralité de conduits (21) d'écoulement de gaz d'échappement, une couche d'imprégnation catalytique (24) recouvrant les parois des conduits (21) de ladite structure (22), et une couche de zéolithe (23) qui recouvre au moins en partie les parois des conduits (21) de ladite structure (22) et qui est adaptée à générer une exothermicité par adsorption d'eau.

8. Ligne d'échappement (1) selon la revendication précédente, dans laquelle la couche de zéolithe (23) est confondue avec la couche d'imprégnation

catalytique (24) ou est superposée à cette couche d'imprégnation catalytique (24), sous celle-ci.

5 9. Ligne d'échappement (1) selon l'une des deux revendications précédentes, dans laquelle la zéolithe de la couche de zéolithe (23) du système de post-traitement des gaz d'échappement (20) présente une température d'adsorption de l'eau supérieure à la température d'adsorption de l'eau de la zéolithe du module de réchauffement (10).

10 10. Moteur à combustion interne comportant un bloc-moteur équipé de cylindres et d'une ligne d'admission d'air frais dans les cylindres du bloc-moteur, caractérisée en ce qu'elle comporte une ligne d'échappement (1) de gaz d'échappement hors des cylindres selon l'une des revendications précédentes.

1/1

