

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 08.06.15.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.12.16 Bulletin 16/49.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMO-
BILES SA Société anonyme — FR.

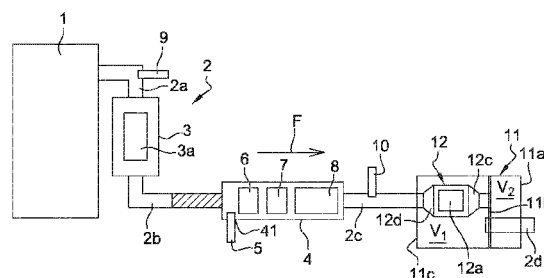
⑦2 Inventeur(s) : GAYOUT PAULINE, LEMAITRE
THIERRY et PERQUIA MAXIMILIEN.

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

⑦4 Mandataire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMO-
BILES SA Société anonyme.

⑤4 LIGNE D'ÉCHAPPEMENT D'UN MOTEUR THERMIQUE.

⑤7 L'invention porte sur une ligne d'échappement (2) d'un
moteur thermique (1) intégrant un dispositif de post-traitement
des gaz d'échappement et un silencieux, ledit disposi-
tif de post-traitement comporte, d'amont en aval :
un organe catalyseur d'oxydation DOC et/ou un organe
piège à NO_x (3a);
une embouchure (41) d'un moyen d'introduction (5) de
réducteur ou de précurseur d'un réducteur pour la réduction
catalytique sélective des oxydes d'azote SCR;
un organe catalyseur de réduction catalytique sélective
SCR des oxydes d'azote NO_x (7);
un organe filtre à particules (8), muni éventuellement
d'un revêtement catalyseur de réduction catalytique sélec-
tive SCR des oxydes d'azote NO_x;
un organe de traitement des fuites d'ammoniac (1 2a);
ledit organe de traitement des fuites d'ammoniac étant
disposé dans le silencieux (11).



LIGNE D'ÉCHAPPEMENT D'UN MOTEUR THERMIQUE

5 [001] L'invention a pour objet une ligne d'échappement d'un moteur thermique, et concerne plus particulièrement les moyens de traitement des polluants des gaz d'échappement qu'elle intègre.

[002] Les émissions polluantes des moteurs thermiques équipant les véhicules automobiles sont réglementées par des normes. Les polluants réglementés sont, selon la
10 technologie de moteur à combustion considérée, le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures imbrûlés (HC), les oxydes d'azotes (NOx, c'est-à-dire NO et NO₂) et les particules (PM), qui sont formés lors de la combustion du carburant dans la chambre de combustion puis émis à l'échappement.

[003] Il est connu d'employer un certain nombre de moyens de dépollution dans la ligne
15 d'échappement des moteurs thermiques, pour limiter les émissions de polluants réglementés. On désigne de manière générale ce type de dispositif par le terme de dispositif de « post-traitement » des gaz d'échappement.

[004] Un catalyseur d'oxydation permet ainsi le traitement du monoxyde de carbone, des hydrocarbures imbrûlés, et dans certaines conditions des oxydes d'azote (par
20 stockage des NOx). Un filtre à particules peut être employé pour le traitement des particules de suie. Un piège à NOx est un système de traitement séquentiel des NOx, avec un stockage en mélange pauvre des NOx (excès en oxygène), puis un déstockage et une réduction de NOx en mélange riche (excès de réducteurs), qui peut remplacer ou compléter l'action du catalyseur d'oxydation.

25 [005] Pour satisfaire aux normes anti-pollution sur les émissions d'oxydes d'azote (NOx), un système spécifique de post-traitement peut en outre être introduit dans la ligne d'échappement des véhicules, notamment des véhicules équipés de moteurs Diesel. Pour le traitement des oxydes d'azote (NOx), on connaît des technologies de réduction catalytique sélective, ou « SCR » pour « Selective Catalytic Reduction » en anglais, qui
30 consistent à réduire les NOx par introduction d'un agent réducteur (ou d'un précurseur d'un tel agent réducteur) dans les gaz d'échappement par réactions catalysées. Il peut par exemple s'agir d'une solution d'urée, dont la décomposition va permettre l'obtention d'ammoniac qui servira d'agent réducteur, mais également d'un réducteur ou d'un précurseur d'un tel réducteur sous forme gazeuse. On parlera dans la suite du présent

document d'une manière générale de « réducteur » pour désigner un agent réducteur ou un précurseur d'agent réducteur. L'agent réducteur généré permet de réduire les oxydes d'azotes par réaction dans un catalyseur SCR, c'est-à-dire un substrat portant une imprégnation catalytique apte à favoriser la réduction des NOx par l'agent réducteur.

5 [006] Les normes européennes, notamment, tendent à devenir de plus en plus sévères. Et les solutions pour réduire les émissions de polluants en sortie de ligne d'échappement pour respecter les normes actuelles se révéleront insuffisantes au vu des évolutions de normes prévues au-delà de 2017.

10 [007] En effet, la première étape de la norme, Euro 6b (entrée en vigueur en septembre 2014) a conduit les constructeurs automobiles à choisir entre différentes options pour réduire plus spécifiquement les émissions de NOx : - la réduction des NOx « à la source », au niveau du fonctionnement même du moteur, via des technologies de type recyclage des gaz d'échappement dans le moteur, recyclage appelé aussi EGR selon l'acronyme du terme anglais correspondant à « Exhaust Gas Recirculation » haute et basse pression, par
15 exemple ; - la réduction des NOx au niveau de la ligne d'échappement via une technologie de traitement catalytique séquentiel appelée « piège à NOx » ; - la réduction des NOx au niveau de la ligne d'échappement également, via une technologie de traitement continu appelée « réduction catalytique sélective » telle que brièvement décrite plus haut (SCR) ; ou en cumulant plusieurs de ces solutions.

20 [008] Pour répondre notamment aux risques d'émissions trop élevées de NOx hors cycle, différentes solutions technologiques et architectures peuvent être envisagées. Elles ont leurs avantages et leurs inconvénients. Mais la technologie de traitement des oxydes d'azote la plus efficace est la réduction catalytique sélective (SCR) car elle est efficace dans des plages de température et de débit de gaz plus étendues que celles d'un piège à
25 NOx, l'autre solution de post-traitement.

[009] Par ailleurs, s'ajoutent des contraintes d'implantation du dispositif de post-traitement. En effet, de façon générale, les systèmes catalytiques utilisés sont d'autant plus efficaces que la température des gaz d'échappement qui les traversent est élevée (jusqu'à un certain point). Ils s'amorceront alors d'autant plus vite après le démarrage du
30 moteur que la température des gaz d'échappement augmentera rapidement. On a donc intérêt à implanter les dispositifs de post-traitement au plus près du moteur, c'est-à-dire au plus près du collecteur des gaz d'échappement, sous capot, alors même que cet environnement est de plus en plus encombré. Les dispositifs de post-traitement se doivent donc d'être aussi compacts que possible sans nuire à leurs performances.

[0010] Dans tout le présent texte, on comprend les termes « amont » et « aval » en fonction de la direction générale d'écoulement des gaz d'échappement dans la ligne d'échappement intégrant les organes de post-traitement, depuis le moteur jusqu'à la canule d'extrémité de la ligne d'échappement.

5 [0011] Il est, ainsi, connu de la demande de brevet WO 2011/089330 une architecture de dépollution sous forme d'un dispositif de post-traitement regroupant dans une même enveloppe plusieurs organes qui vont être successivement traversés par les gaz d'échappement. Il y est proposé, notamment, une série d'organes comprenant d'amont en aval : - un catalyseur d'oxydation, - un injecteur d'agent réducteur de type urée, - un
10 mélangeur dont le rôle est de mélanger intimement les gouttelettes d'urée injectées dans l'enveloppe traversée par les gaz, de façon à se décomposer en ammoniac de manière aussi homogène que possible sur toute la section droite de l'enveloppe, - un organe SCR, - un filtre à particules (appelé FAP par la suite). Il y est également proposé une alternative, consistant à remplacer l'organe SCR et le FAP, par un FAP qui est imprégné d'un
15 catalyseur de réduction des NOx et qui remplit ainsi à la fois la fonction de filtre des suies et de réduction des NOx (appelé SCRF par la suite).

[0012] Par ailleurs, la ligne d'échappement comporte généralement, en aval des différents organes de post-traitement, un ou plusieurs dispositifs d'atténuation acoustique, aussi désignés sous le terme de silencieux. On les retrouve au voisinage de la canule de
20 sortie de la ligne, qui, généralement, débouche soit à l'arrière du véhicule quand il s'agit d'un véhicule automobile de tourisme, soit sous le plancher du véhicule, quand il s'agit d'un véhicule utilitaire.

[0013] Il est également connu de la demande de brevet EP 2 657 424 une ligne d'échappement pour véhicule motorisé à deux roues, qui, du fait du type de véhicule qui
25 l'embarque, se doit d'être aussi compacte que possible. Et pour ce faire, ce document propose d'intégrer dans le silencieux un organe de dépollution désigné sous le terme connu de catalyseur trois-voies destiné à traiter plutôt les gaz d'échappement de moteur essence, dans une configuration inclinée par rapport à l'axe longitudinal du silencieux et raccordé à un conduit interne du silencieux coudé afin de maximiser la longueur du trajet
30 des gaz d'échappement dans le silencieux.

[0014] L'invention a alors pour but de concevoir une ligne d'échappement améliorée pour moteur thermique, notamment de véhicule automobile. Elle a plus particulièrement pour but de mettre au point une telle ligne d'échappement, qui intègre mieux les fonctions dépollution et la fonction d'atténuation acoustique tout en respectant les réglementations,
35 et tout en préservant au mieux leur fonctionnalité.

[0015] L'invention a tout d'abord pour objet une ligne d'échappement d'un moteur thermique intégrant un dispositif de post-traitement des gaz d'échappement et un silencieux, ledit dispositif de post-traitement comportant, d'amont en aval :

- un organe catalyseur d'oxydation DOC et/ou un organe piège à NOx
 - soit de type « LNT » pour « Lean NOx Trap », ou Piège à NOx Pauvre en français, soit un organe qui stocke les NOx et qui nécessite une composition de gaz/une richesse spécifique pour déstocker les NOx afin de les convertir
 - soit de type « PNA » pour « Passive NOx Absorber » ou Absorbeur de NOx Passif en français, qui est capable de stocker des NOx sur une plage de températures de gaz d'échappement spécifique
- une embouchure d'un moyen d'introduction de réducteur ou de précurseur d'un réducteur pour la réduction catalytique sélective des oxydes d'azote SCR ;
- un organe catalyseur de réduction catalytique sélective SCR des oxydes d'azote NO_x ;
- un organe filtre à particules, muni éventuellement d'un revêtement catalyseur de réduction catalytique sélective SCRF des oxydes d'azote NO_x ;
- un organe de traitement des fuites d'ammoniac ;
tel que ledit organe de traitement des fuites d'ammoniac est disposé dans le silencieux.

[0016] L'invention s'applique de préférence aux moteurs thermiques de type diesel.

[0017] L'invention propose donc une nouvelle architecture de dépollution apte à passer les réglementations à venir, en prévoyant le traitement des polluants, et en prévoyant un dernier organe destiné à capter/traiter l'excès d'ammoniac injecté plus en amont dans la ligne pour réduire les NOx et qui n'aurait pas réagi avec les NOx au contact du revêtement catalytique ad hoc. Ajouter un organe supplémentaire était délicat, dans la mesure où la ligne, notamment dans la zone sous capot au voisinage du moteur, est très encombrée. Il en est de même dans la zone sous caisse quand on implante une ligne de dépollution courte, par exemple dans le cas des véhicules utilitaires. L'invention a donc proposé d'intégrer ce dernier organe de dépollution dans le silencieux, ce qui est intéressant à plusieurs titres : cet organe n'a pas vocation à traiter en permanence de l'ammoniac quand le moteur a démarré, puisque, dans les conditions normales de fonctionnement du moteur, on pilote l'injection d'ammoniac ou de précurseur d'ammoniac (type urée) de façon très précise pour injecter que la quantité nécessaire pour réduire les NOx. Ce pilotage fin permet effectivement d'éviter le dégagement d'ammoniac en bout de ligne, mais aussi de limiter au juste nécessaire la consommation en précurseur d'ammoniac, et ainsi maximiser l'autonomie du véhicule entre deux pleins de précurseur. Il n'est donc pas

significativement problématique de disposer cet organe en bout de ligne, dans le silencieux, puisqu'il il reste la majorité du temps inactif, même si les conditions thermiques ne sont pas aussi favorables qu'à proximité du moteur. Et comme dans certaines configurations de véhicule, il peut ne pas y avoir de place suffisante restante entre la ligne et le silencieux ou après le silencieux et avant la canule de sortie, il s'est révélé avantageux de placer cet organe dans le silencieux. Et contrairement à ce qu'on aurait pu craindre, les performances du silencieux n'en n'ont pas été significativement altérées.

[0018] En effet, l'organe de traitement se présente généralement sous forme d'une « brique » d'une matrice de type céramique ou métallique, qui est munie d'un revêtement catalytique ad hoc, et qui est enserrée dans une enveloppe généralement métallique et le plus souvent substantiellement cylindrique. L'enveloppe peut avoir un diamètre supérieur au reste de la ligne d'échappement, et être alors équipée de cônes de raccordement pour raccorder l'enveloppe au reste de la ligne. Intégrer cet organe dans le silencieux revient en fait à substituer une portion de conduit interne dans le silencieux par cet organe, ce qui ne complexifie donc pas le silencieux et ne nécessite pas d'en modifier les dimensions extérieures.

[0019] Avantageusement, le silencieux comprend une ou plusieurs enveloppe(s) qui délimite(nt) au moins deux volumes, dont un volume dit amont, un volume dit aval et éventuellement un ou des volumes dits intermédiaires, séparés par des cloisons internes, disposées successivement et traversées, par des ouvertures, par une pluralité de conduits, l'organe de traitement des fuites d'ammoniac étant disposé dans le volume amont du silencieux.

[0020] C'est en effet la localisation la plus simple, l'organe pouvant se substituer au conduit interne qui vient généralement conduire les gaz d'échappement depuis l'entrée du silencieux jusqu'au volume intermédiaire ou aval. Ce guidage des gaz directement dans le volume intermédiaire ou aval pour les faire ensuite « revenir » dans le volume amont concerne un type de silencieux répandu connu sur le terme de silencieux en « Z », la forme du Z rappelant la forme du trajet des gaz au sein du silencieux. C'est aussi la localisation la plus sûre pour garantir que la totalité du flux des gaz d'échappement traverse effectivement l'organe de traitement en question.

[0021] De préférence, le silencieux présente un axe longitudinal, et l'organe de traitement des fuites d'ammoniac est disposé dans le silencieux selon un axe parallèle à ou confondu avec l'axe longitudinal du silencieux. Il est le plus souvent décentré par rapport à l'axe longitudinal du silencieux.

[0022] De préférence, l'organe de traitement des fuites d'ammoniac s'étend sur au moins 80% de la longueur du volume amont du silencieux (jusqu'à toute sa longueur). En effet, il peut remplacer tout ou partie du conduit intérieur du silencieux présent habituellement dans le volume amont pour guider les gaz. (Il peut cependant être plus court proportionnellement, par exemple ne correspondre qu'à au moins 50 ou 70% de cette longueur, selon le dimensionnement du silencieux (selon le volume amont) et celui de l'organe (le dimensionnement de sa section notamment).

[0023] De préférence, le silencieux est du type roulé serti. Cette technique de fabrication est en effet simple, flexible, peu coûteuse. Mais l'invention peut aussi s'appliquer avantageusement à des silencieux obtenus par d'autres techniques, notamment à des silencieux de type emboutis.

[0024] De préférence, l'organe de traitement des fuites d'ammoniac possède sa propre enveloppe, qui est munie d'au moins un cône de raccordement amont à la ligne d'échappement, ledit cône débouchant par une ouverture pratiquée dans le silencieux hors du silencieux et étant raccordé à proximité de cette ouverture à la ligne d'échappement.

[0025] Dans cette configuration, il est préférable de prévoir des moyens d'étanchéité entre d'une part la ligne et/ou le cône de raccordement et d'autre part l'ouverture pratiquée dans le silencieux. En effet, comme évoqué plus haut, il est important de s'assurer que la totalité des gaz circulant dans la ligne d'échappement va traverser l'organe de traitement des fuites d'ammoniac, étanchéifier la zone de raccordement entre la ligne et l'organe de traitement qui se trouve dans le silencieux permet d'atteindre ce résultat. Soit cette étanchéité existe de fait, soit, et c'est notamment le cas quand le silencieux est de type roulé serti, il est préférable de prévoir des moyens spécifiques, notamment sous forme de points ou de ligne(s) (cordon) de soudure.

[0026] De préférence, l'organe de traitement des fuites d'ammoniac possède sa propre enveloppe, qui est munie d'au moins un cône de raccordement aval débouchant dans un conduit du silencieux ou dans une ouverture pratiquée dans une cloison interne du silencieux.

[0027] Dans ce cas, le cône de raccordement aval peut être muni d'orifices : il peut être perforé, comme peuvent l'être les conduits internes de silencieux, pour diffuser les gaz (une fois qu'ils ont traversé l'organe de traitement) dans le volume où il est disposé par exemple.

[0028] De préférence et selon une autre réalisation, l'organe de traitement des fuites d'ammoniac possède sa propre enveloppe, qui est directement raccordée en aval à un conduit du silencieux ou qui débouche directement dans une ouverture pratiquée dans une cloison interne du silencieux. L'enveloppe est alors dépourvue de cône de
5 raccordement aval : soit elle a le même dimensionnement que celui du conduit ou de l'ouverture dans laquelle elle doit déboucher, soit on adapte sa section ou celle du conduit ou de l'ouverture pour éviter l'utilisation d'un cône.

[0029] Selon un mode de réalisation, l'organe de traitement des fuites d'ammoniac est un catalyseur de traitement des fuites d'ammoniac ASC par oxydation de l'ammoniac en
10 NOx puis la réduction desdits NOx en azote.

[0030] Selon un autre mode de réalisation, l'organe de traitement des fuites d'ammoniac est un catalyseur de nettoyage des fuites d'ammoniac CUC par oxydation de l'ammoniac en NOx.

[0031] Avantageusement, l'action de l'organe de traitement des fuites d'ammoniac peut
15 être complétée par un revêtement de traitement des fuites d'ammoniac intégré au filtre à particules, de préférence dans sa partie aval.

[0032] L'invention a également pour objet un véhicule automobile délimitant un espace sous capot et un espace sous caisse, et comportant un moteur thermique raccordé à la ligne d'échappement telle que décrite plus haut. Le moteur, l'organe catalyseur
20 d'oxydation DOC ou le piège à NOx (de type LNT ou PNA), l'organe catalyseur de réduction sélective SCR des NOx, l'organe filtre à particules éventuellement muni d'un revêtement catalyseur de réduction catalytique sélective SCRF des oxydes d'azote NOx et l'embouchure du dispositif de post-traitement de la ligne d'échappement sont de préférence disposés dans l'espace sous capot, et l'organe de traitement des fuites
25 d'ammoniac est de préférence disposé dans le silencieux dans l'espace sous caisse.

[0033] Quand la ligne d'échappement est munie de sondes NOx, il est préférable que l'organe de traitement des fuites d'ammoniac soit disposé en aval de la sonde NOx la plus aval, sous caisse.

[0034] Cette architecture de dispositif de post-traitement permet d'améliorer les
30 performances du dispositif, notamment en ce qui concerne la réduction des NOx dans les conditions les moins favorables, à savoir, comme évoqué plus haut, dans des conditions de roulage urbain (où la température des gaz d'échappement reste inférieure à un roulage

de type route ou autoroute); voire des conditions de type conduite agressive, avec de forts débits de gaz d'échappement à traiter.

[0035] Et ces résultats très intéressants ont été obtenus par un ou plusieurs organes SCR : soit un organe SCR seul, soit la combinaison de deux organes SCR : l'un dédié à cette fonction, l'autre intégré dans le filtre à particules, avec de préférence un ratio entre les longueurs des deux organes très spécifique correspondant à un organe SCR bien plus petit que le filtre à particules (de préférence ledit organe catalyseur de réduction catalytique sélective des oxydes d'azote est d'une longueur comprise entre 45 mm et 80 mm, notamment entre 50 et 75 mm et/ou ledit organe catalyseur de réduction catalytique sélective des oxydes d'azote est choisi d'une longueur au moins deux fois plus petite, notamment au moins 2, 1 ou au moins 2,2 à 3 fois plus petite que la longueur du filtre à particules). Ainsi, dans cette variante, on « répartit » la fonction de réduction des NOx sur deux organes successifs, avec un organe SCR dédié qui est petit, et de fait nettement plus efficace thermiquement que la phase catalytique qui imprègne le filtre à particules (SCRf). On peut ainsi considérer que l'organe SCR assure la majorité de la réduction des NOx du dispositif, notamment dans des conditions de roulage défavorables comme les basses températures et que le SCRf voit sa contribution à la réduction des NOx s'élever avec la température et la quantité de NOx à traiter (les fortes charges notamment requièrent le SCRf, l'organe SCR n'étant pas suffisant pour traiter toutes les émissions de NOx). En évitant d'utiliser un SCRf seul, non seulement le dispositif de l'invention s'amorce mieux thermiquement, mais il atténue l'impact d'une éventuelle dégradation du revêtement catalytique du FAP qui pourrait intervenir lors de régénérations qui feraient atteindre dans le FAP des températures excessives (plus de 1000°C, pour donner un ordre de grandeur).

[0036] On rappelle brièvement la fonction des autres organes de dépollution mentionnés plus haut : Le dispositif utilisé dans l'invention va donc traiter les polluants gazeux et particulaires au fur et à mesure qu'ils traversent les organes de dépollution : ils pénètrent donc d'abord dans la première « brique » constituée du catalyseur d'oxydation, où le CO et les HC sont oxydés en eau (H₂O) et en dioxyde de carbone (CO₂).

[0037] Sortent de cette première brique DOC, les produits de l'oxydation du CO et des HC à savoir H₂O et CO₂, ainsi que les oxydes d'azote et les particules. Ces composés cheminent ensuite à travers la brique de catalyseur SCR (qui, selon une variante, peut être courte/petite comme détaillée plus loin), qui réduit les NOx en azote (N₂) suivant différentes réactions qui seront détaillées plus loin.

[0038] Le DOC peut être remplacé ou complété par un organe piège à NOx, qui contient par exemple des métaux précieux (Pt, Pd, Rh) et un matériau de stockage des

oxydes d'azote tels que des oxydes simples ou mixtes par exemple à base de baryum. On rappelle que les pièges à NOx de type LNT sont des systèmes de traitement séquentiel des NOx, avec un stockage en mélange pauvre des NOx (excès en oxygène), puis un déstockage et une réduction de NOx en mélange riche (excès de réducteurs). On peut aussi utiliser des pièges de type PNA.

[0039] Cette architecture permet de limiter au maximum les rejets/fuites d'ammoniac en bout de ligne d'échappement (ce qu'on désigne également en anglais sous le terme de « NH₃ slip », rejets d'ammoniac provenant soit de l'agent réducteur injecté en amont de l'organe porteur du catalyseur SCR mais n'ayant pas réagi), soit formés lors de la purge du piège à NOx quand il est présent, ceci grâce à l'ajout d'un organe de traitement de ces fuites d'ammoniac. C'est très avantageux, tout particulièrement pour les véhicules lourds qui nécessitent l'injection d'une quantité plus importante d'agent réducteur, avec donc un risque accru de relargage d'ammoniac en bout de ligne.

[0040] L'invention est décrite plus en détail ci-après en référence aux figures relatives à un mode de réalisation non limitatif se rapportant à une ligne d'échappement d'un moteur diesel d'un véhicule automobile :

- la figure 1 représente schématiquement un moteur et sa ligne d'échappement d'un véhicule automobile comportant un dispositif de post-traitement et un silencieux selon l'invention ;

- la figure 2 représente schématiquement, en coupe longitudinale, un silencieux selon l'invention, qui est une variante du silencieux représenté à la figure 1.

[0041] Les références reprises d'une figure à l'autre désignent des mêmes composants, et les différents composants représentés ne sont pas nécessairement à l'échelle. Les figures restent très schématiques pour en faciliter la lecture.

[0042] Selon un mode de réalisation de l'invention, et comme représenté sur la figure 1, on propose une ligne d'échappement 2 d'un moteur thermique 1. La ligne d'échappement 2 est composée de portions de conduit métallique cylindriques 2a, 2b, 2c dans le sens d'écoulement, de l'amont vers l'aval, des gaz d'échappement depuis le moteur 1 indiqué par la flèche F. Le conduit 2a est raccordé au moteur 1 par un collecteur d'échappement non représenté. On intègre un premier organe de dépollution entre les portions de conduit 2a et 2b sous forme d'une enveloppe métallique 3 délimitant un volume ici également cylindrique de même section que les conduits ou de section plus importante (avec, dans

ce cas des zones de raccordement désignés usuellement sous le terme de cônes de raccordement, non représentés).

[0043] Dans l'enveloppe métallique 3 est inséré un organe catalyseur d'oxydation 3a (appelé aussi DOC en anglais pour Diesel Oxydation Catalyst).

- 5 [0044] Alternativement, on peut remplacer ou compléter le DOC par un organe apte à stocker les NOx comme les pièges à NOx de type LNT ou PNA évoqués plus haut.

[0045] Entre les portions de conduite 2b et 2c, est insérée une deuxième enveloppe métallique 4, délimitant comme l'enveloppe 3, un volume cylindrique avec éventuellement
10 raccordement aux conduits par des cônes de raccordement non représentés. Dans le volume de cette enveloppe 4, sont disposés les organes de dépollution suivants, successivement d'amont en aval : une embouchure 41 d'un moyen d'introduction 5 de composant réducteur (par exemple de l'ammoniac gazeux ou un précurseur liquide de l'ammoniac comme de l'urée en phase aqueuse), un mélangeur 6, un organe catalyseur SCR 7 (SCR pour « Selective Catalytic Reduction » en anglais, et traduit en français par
15 catalyseur de réduction catalytique sélective, pour traiter par réduction les oxydes d'azote), un filtre à particules 8 éventuellement muni d'un revêtement d'imprégnation SCR. Optionnellement, on peut prévoir non pas un seul organe SCR, mais plusieurs en série.

[0046] Des sondes 9,10 sensibles aux NOx sont en outre prévues pour mesurer la quantité de NOx contenues dans les gaz d'échappement, notamment pour vérifier
20 l'efficacité des organes de traitement des NOx, ajuster le pilotage de l'injection de composant réducteurUne sonde 9 est disposée en amont de l'enveloppe 3, l'autre 10 en aval de l'enveloppe 4.

[0047] A l'extrémité aval de la portion de conduit 2c est raccordé un silencieux 11. Ce silencieux comprend une paroi extérieure sous forme d'une enveloppe métallique 11a de
25 section cylindrique ou ovale, par exemple. Le silencieux comprend également une cloison interne 11b qui délimite deux volumes : V1 le volume amont et V2 le volume aval. La face transversale 11c amont du silencieux comprend une ouverture, ainsi que la cloison 11b en regard de la face 11c. Entre ces deux ouvertures, dans le volume amont V1, est disposée une enveloppe métallique cylindrique 12, dans laquelle est disposé un organe
30 12a de traitement des fuites en ammoniac. L'enveloppe 12 est raccordée, côté amont, à la portion de conduite 2c, et, côté aval, débouche dans le volume V2 par l'intermédiaire respectivement de cônes de raccordement amont et aval 12c,12d.

[0048] Optionnellement, on peut aussi prévoir un capteur de NH_3 en aval de l'organe 12a, soit dans le silencieux, soit en aval du silencieux. En aval du silencieux, on a la canule de sortie des gaz, non représentée, raccordée au silencieux par une portion de conduite supplémentaire éventuelle 2d. La circulation des gaz dans le silencieux est donc la suivante : les gaz entrent directement, à l'entrée du silencieux, dans l'enveloppe 12 contenant l'organe de dépollution 12a, de façon à s'assurer que tout le flux de gaz traverse l'organe 12a et est traité par celui-ci. Il faut donc assurer l'étanchéité à l'entrée du silencieux (comme détaillé plus loin avec un autre mode de réalisation du silencieux à la figure 2). Le flux de gaz débouche dans le volume aval V2, puis repasse dans le volume V1 par des ouvertures pratiquées dans la cloison intermédiaire 11b, avant d'être guidée par un conduit interne jusqu'au conduit 2d hors du silencieux vers l'aval de la ligne d'échappement 2.

[0049] L'enveloppe 3 est située au plus près du collecteur des gaz d'échappement, notamment à environ 350 mm de sa sortie (par exemple d'au plus 500 mm de sa sortie). Elle est disposée, dans le véhicule automobile, dans l'espace sous-capot accueillant le moteur 1. Elle est donc dans une zone chaude, où les gaz d'échappement sont à la température la plus haute, rendant les catalyseurs particulièrement efficaces rapidement après le démarrage du moteur.

[0050] L'enveloppe 4 est disposée sous caisse, si possible au plus près du moteur cependant pour bénéficier de la thermique la plus avantageuse possible.

[0051] Le silencieux 11 est également sous caisse, plus en aval, ce qui protège l'organe de dépollution du tout vieillissement thermique prématuré.

[0052] Rappelons brièvement le fonctionnement du catalyseur de traitement des fuites en ammoniac 12a. Dans l'exemple 1 discuté, on a choisi un organe catalyseur de type ASC, dont le principe de fonctionnement et la structure sont les suivants : Il présente deux couches d'imprégnation : une couche dite supérieure qui assure la fonction d'oxydation du NH_3 en NO_x et une couche dite inférieure qui assure la fonction de réduction des NO_x par NH_3 .

[0053] La composition de l'organe ASC 8 est ainsi la suivante : la couche supérieure (celle qui est en contact avec les gaz d'échappement) correspond à un revêtement catalytique de type SCR et la couche inférieure (celle qui est en contact avec les parois du substrat catalytique) contient des métaux précieux (de préférence du palladium en très faible quantité, entre 0,5 et 5 g/ft³, soit entre 0,5 et 5g par volume de 38,48 cm³, idéalement de 1 à 2) déposés sur Alumine. Le fonctionnement de l'organe 12a ASC est le

suivant : l'ammoniac résiduel pénètre dans la couche supérieure et se stocke dans cette couche en partie. Le reste de l'ammoniac traverse cette couche et pénètre dans la couche inférieure dont les métaux précieux (Pd) favorisent l'oxydation de l'ammoniac NH_3 en NOx . Lorsque les NOx ressortent du revêtement catalytique d'oxydation de la couche inférieure, ils repassent nécessairement par la couche supérieure où est stocké le NH_3 . La réaction de réduction des NOx par le NH_3 peut alors avoir lieu. Les NOx sont ainsi convertis en azote (N_2) avant de ressortir de ce catalyseur.

[0054] En sortie de la ligne d'échappement, on n'a donc pas, ou quasiment pas, de risque d'émissions d'ammoniac dans l'atmosphère grâce à ce catalyseur 12a, même si le moteur équipe un véhicule de type utilitaire avec un besoin fort en traitement des NOx .

[0055] On voit ici que le capteur de NOx 10, le plus aval, se trouve en amont de l'organe de traitement des fuites d'ammoniac.

[0056] Alternativement à l'organe de traitement de l'ammoniac 12a de type ASC, on peut utiliser un catalyseur de type CUC, qui présente une fonction unique d'oxydation du NH_3 en NOx , grâce à un revêtement catalytique contenant du platine (la charge en Pt n'étant pas nécessairement importante : 10 à 20g/ft³, soit de 10 à 20 g par volume de 30,48 cm³, pouvant suffire). C'est une solution simple mais un peu moins performante que la précédente, puisqu'elle va recréer des NOx en bout de ligne d'échappement. Il est alors nécessaire de veiller à ce que la somme des NOx non traités par les systèmes SCR 6,7 et des émissions résiduelles de NH_3 se transformant en NOx par l'action d'un tel catalyseur de type CUC ne dépasse pas la limite d'émission NOx réglementaire.

[0057] La figure 2 représente un silencieux 11' s'intégrant dans une ligne d'échappement selon un autre mode de réalisation, et décrit de façon plus détaillée. On ne décrira en détails ici que les modifications par rapport au silencieux 11. Ici, le silencieux 11' est toujours de type serti roulé, mais il comprend trois volumes : un volume amont V1', un volume aval V2' et un volume intermédiaire V12, délimités par l'enveloppe externe du silencieux et par deux cloisons transversales intermédiaires 14 et 15. La longueur du silencieux 11' est plus grande, et le trajet des gaz (symbolisé par la flèche F1) dans le silencieux plus long. L'enveloppe 12 et l'organe 12a sont inchangés. On assure une étanchéité à l'entrée du silencieux 11' par des points de soudure 13 assurant que tout le flux entre dans le silencieux directement dans l'enveloppe 12 située dans le volume V1'.

[0058] Les points de soudure discontinus sont, selon une variante, avantageusement remplacés par un cordon de soudure continu.

[0059] L'enveloppe 12 peut être fixée en place dans le silencieux dans sa partie avale par sertissage ou soudure, à son extrémité avale ou celle de son cône de raccordement aval 12c, au niveau de l'ouverture pratiquée dans la cloison 14 (appelée coupelle dans le domaine des silencieux). A ce niveau, il n'est pas nécessaire d'assurer une étanchéité parfaite en sortie de l'enveloppe 3 (tous les gaz ont été traités).

[0060] Les gaz débouchent ensuite dans un conduit interne 16 qui traverse les cloisons 14 et 15 par des ouvertures ad hoc, et qui amènent directement les gaz dans le volume aval V2'. Puis les gaz retraversent les deux cloisons 15 puis 14, qui sont munies d'ouvertures/de perforations (de façon connue) pour revenir dans le volume amont V1'.
10 Les gaz sont ensuite guidés par un autre conduit interne 17 depuis le volume amont V1', qui traverse également les deux cloisons internes 14 et 15, jusqu'à la sortie aval du silencieux. La zone 18 symbolise l'interface amont du silencieux avec la ligne d'échappement. La zone 19 symbolise l'interface aval du silencieux avec la ligne d'échappement. Les cônes de raccordement de l'enveloppe 12 sont présents comme dans
15 le cas précédent. Là encore ; la longueur, mesurée selon l'axe longitudinal du silencieux, de l'enveloppe 12 avec ses deux cônes de raccordement, correspond substantiellement à la longueur du volume amont V1' du silencieux.

[0061] D'autres variantes de silencieux sont possibles : on peut avoir une longueur de chambre amont plus longue que celle de l'organe de dépollution, et dans ce cas on prévoit
20 un ou des conduits internes supplémentaires. On peut supprimer le cône aval de raccordement, ou le perforer pour faciliter la propagation des gaz hors de l'organe de dépollution. On peut en tout état de cause faire toutes les adaptations dimensionnelles nécessaires pour s'assurer que la performance acoustique du silencieux ne sera pas altérée significativement (par exemple en rallongeant un des volumes, en ajoutant un
25 volume intermédiaire, en modifiant sa section...). Mais il s'est avéré, de façon surprenante, que les éventuelles adaptations étaient mineures, et qu'en tout état de cause, compatibles avec l'espace disponible sous caisse.

[0062] Selon une variante, un au moins des conduits internes peut être perforé, par exemple les deux, notamment pour améliorer les performances acoustiques du silencieux.

30 [0063] D'autres variantes dans la répartition des organes de dépollution sont également possibles : ainsi, on peut regrouper en une enveloppe unique les enveloppes 3 et 4, ou répartir différemment les organes dans deux enveloppes.

[0064] En ce qui concerne la fabrication du silencieux modifié selon l'invention, plusieurs techniques sont possibles :

[0065] Quand le silencieux est de type embouti, on part de deux demi-coquilles qu'on vient assembler. Les éléments 12,14,15,16,17 (à savoir les cloisons internes et les conduits internes du silencieux, et couramment appelés dans leur ensemble «faisceau interne » ou « schéma interne » dans le domaine des silencieux) sont alors disposés dans

5 l'une des demi-coquilles avant assemblage de celle-ci avec l'autre demi-coquille.

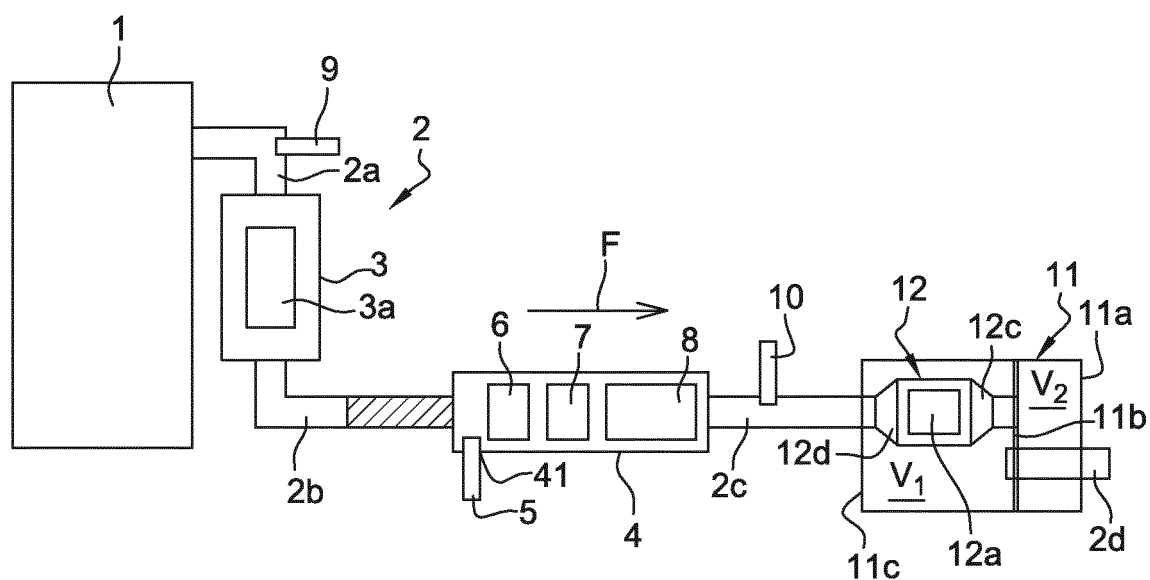
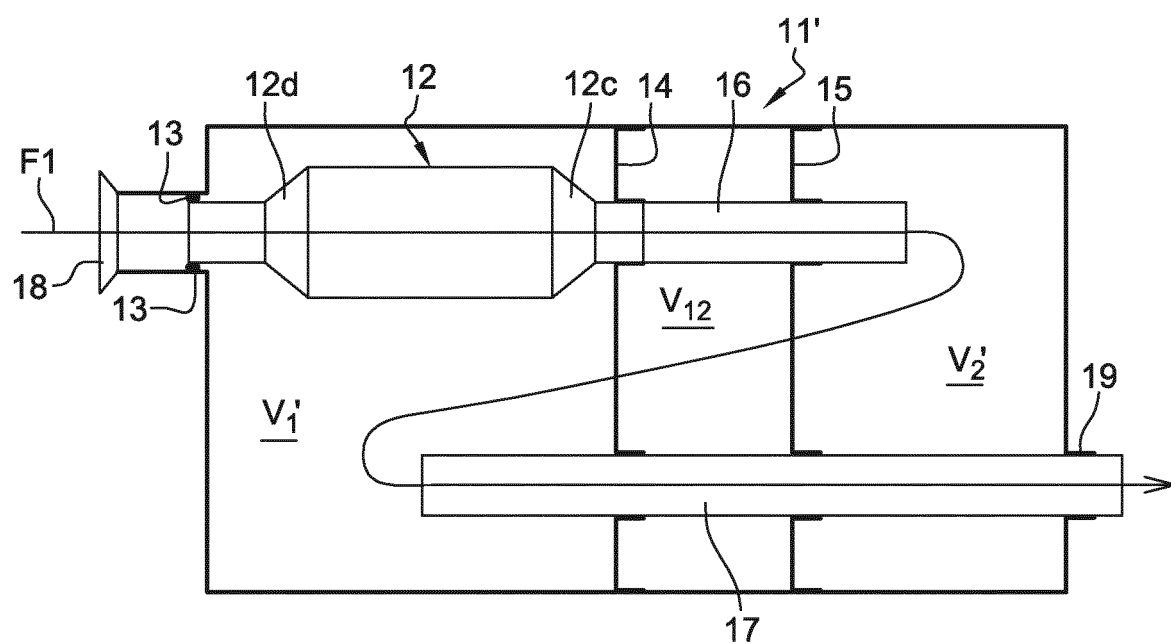
[0066] Quand le silencieux est de type roulé serti, on part du faisceau interne pré-assemblé. Puis ce pré-assemblage est raccordé à l'enveloppe 12 du silencieux et à ses conduits d'entrée et de sortie.

REVENDEICATIONS

1. Ligne d'échappement (2) d'un moteur thermique (1) intégrant un dispositif de post-traitement des gaz d'échappement et un silencieux, **caractérisée en ce que** ledit dispositif de post-traitement comporte, d'amont en aval :
 - 5
 - un organe catalyseur d'oxydation DOC et/ou un organe piège à NO_x (3a)
 - soit de type « LNT » Piège à NO_x Pauvre
 - soit de type « PNA » Absorbeur de NO_x Passif
 - une embouchure (41) d'un moyen d'introduction (5) de réducteur ou de précurseur d'un réducteur pour la réduction catalytique sélective des oxydes d'azote SCR ;
 - 10
 - un organe catalyseur de réduction catalytique sélective SCR des oxydes d'azote NO_x (7) ;
 - un organe filtre à particules (8), muni éventuellement d'un revêtement catalyseur de réduction catalytique sélective SCRF des oxydes d'azote NO_x ;
 - un organe de traitement des fuites d'ammoniac (12a) ;
 - 15
 - et en ce que** ledit organe de traitement des fuites d'ammoniac est disposé dans le silencieux (11, 11').
2. Ligne d'échappement (2) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** le silencieux (11, 11') comprend une ou plusieurs enveloppe(s) qui délimite(nt) au moins deux volumes, dont un volume dit amont (V1, V1') , un volume dit aval (V2, V2')
 - 20
 - et éventuellement un ou des volumes dits intermédiaires (V12), séparés par des cloisons internes (14,15) disposées successivement et traversées par des ouvertures par une pluralité de conduits, l'organe de traitement des fuites d'ammoniac (12a) étant disposé dans le volume amont du silencieux.
3. Ligne d'échappement (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en**
 - 25
 - ce que** le silencieux (11, 11') présente un axe longitudinal, et **en ce que** l'organe de traitement des fuites d'ammoniac est disposé dans le silencieux selon un axe parallèle à ou confondu avec l'axe longitudinal du silencieux.
4. Ligne d'échappement (2) selon la revendication 2 ou la revendication 3, **caractérisée en ce que** l'organe de traitement des fuites d'ammoniac s'étend sur au moins 80% de
 - 30
 - la longueur du volume amont (V1,V1') du silencieux (11, 11').
5. Ligne d'échappement (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le silencieux (11, 11') est du type roulé serti.

6. Ligne d'échappement (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'organe de traitement (12a) des fuites d'ammoniac possède sa propre enveloppe (12) , qui est munie d'au moins un cône de raccordement amont (12d) à la ligne d'échappement, ledit cône débouchant par une ouverture pratiquée dans le silencieux hors du silencieux et étant raccordé à proximité de cette ouverture à la ligne d'échappement (2).
7. Ligne d'échappement (2) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** des moyens d'étanchéité (13) sont prévus entre d'une part la ligne (2) et/ou le cône de raccordement (12d) et d'autre part l'ouverture pratiquée dans le silencieux (11, 11'), notamment sous forme de points ou de ligne(s) de soudure.
8. Ligne d'échappement (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'organe de traitement des fuites d'ammoniac (12a) possède sa propre enveloppe (12), qui est munie d'au moins un cône de raccordement aval (12c) débouchant dans un conduit (16) du silencieux ou dans une ouverture pratiquée dans une cloison interne (11b) du silencieux (11, 11') , ledit cône étant muni ou non d'orifices.
9. Ligne d'échappement (2) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** l'organe de traitement des fuites d'ammoniac (12a) possède sa propre enveloppe (12), qui est directement raccordée en aval à un conduit du silencieux (11, 11') ou qui débouche directement dans une ouverture pratiquée dans une cloison interne du silencieux.
10. Véhicule automobile délimitant un espace sous capot et un espace sous caisse, et comportant un moteur thermique (1) raccordé à la ligne d'échappement (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moteur, l'organe catalyseur d'oxydation DOC ou le piège à NOx (3a), l'organe catalyseur de réduction sélective SCR (7) des NOx, l'organe filtre à particules (8) éventuellement muni d'un revêtement catalyseur de réduction catalytique sélective SCRF des oxydes d'azote NOx et l'embouchure (41) du dispositif de post-traitement de la ligne d'échappement sont disposés dans l'espace sous capot, et **en ce que** l'organe de traitement des fuites d'ammoniac (12a) est disposé dans le silencieux (11, 11') dans l'espace sous caisse.

1/1

**Fig. 1****Fig. 2**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 810335
FR 1555196

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		
Y	EP 1 947 307 A1 (NISSAN DIESEL MOTOR CO [JP]) 23 juillet 2008 (2008-07-23) * alinéa [0022]; figure 2 *	1-5,9,10	F01N13/00 F01N3/08 F01N3/20
Y	EP 1 736 645 A1 (NISSAN DIESEL MOTOR CO [JP]; TOKYO ROKI KK [JP]) 27 décembre 2006 (2006-12-27) * alinéa [0025]; figure 1 *	1-5,9,10	
A	US 2011/162347 A1 (KATARE SANTHOJI RAO [IN] ET AL) 7 juillet 2011 (2011-07-07) * alinéas [0024], [0025]; figure 1 *	1-10	
A	WO 2010/032738 A1 (YANMAR CO LTD [JP]; MACHIDA TORU [JP]; YOKOYAMA TETSUYA [JP]; INOUE TS) 25 mars 2010 (2010-03-25) * abrégé; figure 5 *	1-5,9,10	
A	EP 1 852 582 A1 (MAN NUTZFAHRZEUGE OESTERREICH [AT]) 7 novembre 2007 (2007-11-07) * alinéas [0012], [0013]; figure 2 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F01N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 février 2016		Blanc, Sébastien	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1555196 FA 810335**

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 **19-02-2016**
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 1947307	A1	23-07-2008	EP 1947307 A1	23-07-2008
			JP 4698359 B2	08-06-2011
			JP 2007085247 A	05-04-2007
			US 2008127635 A1	05-06-2008
			WO 2007034630 A1	29-03-2007

EP 1736645	A1	27-12-2006	CN 1938501 A	28-03-2007
			EP 1736645 A1	27-12-2006
			JP 3715981 B2	16-11-2005
			JP 2005273580 A	06-10-2005
			US 2007012035 A1	18-01-2007
			WO 2005098211 A1	20-10-2005

US 2011162347	A1	07-07-2011	CN 102345486 A	08-02-2012
			DE 102011079785 A1	02-02-2012
			RU 2011132163 A	10-02-2013
			US 2011162347 A1	07-07-2011

WO 2010032738	A1	25-03-2010	AUCUN	

EP 1852582	A1	07-11-2007	AT 503125 A4	15-08-2007
			EP 1852582 A1	07-11-2007
			US 2007261393 A1	15-11-2007
