

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
04 avril 2019 (04.04.2019)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/063368 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F01N 3/20 (2006.01) *F01N 3/08* (2006.01)
F01N 3/28 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2018/075273

(22) Date de dépôt international :
19 septembre 2018 (19.09.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1759090 29 septembre 2017 (29.09.2017) FR

(71) Déposants : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE] ; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE S.A.S.
[FR/FR] ; 1, avenue Paul Ourliac, 31100 Toulouse (FR).

(72) Inventeur : **BARBIER, Pascal** ; 37, chemin du Grillou, 31170 TOURNEFEUILLE (FR).

(74) Représentant commun : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** ; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

(54) Title: METHOD FOR SELECTIVE CATALYTIC REDUCTION WITH DESORPTION OF AMMONIA FROM A CARTRIDGE IN AN EXHAUST LINE

(54) Titre : PROCÉDÉ DE RÉDUCTION CATALYTIQUE SÉLECTIVE AVEC DÉSORPTION D'AMMONIAC À PARTIR D'UNE CARTOUCHE DANS UNE LIGNE D'ÉCHAPPEMENT

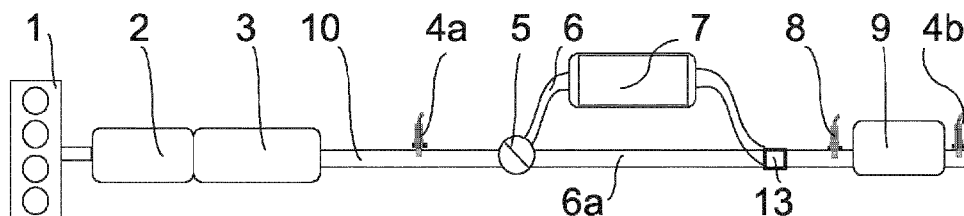


FIG. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a method for selective catalytic reduction operating by desorbing ammonia from at least one storage cartridge (7) in an exhaust line (10) at the output of a motor vehicle engine (1), the cartridge (7) being arranged in at least one bypass branch (6) of a main line (6a) of the exhaust line. The exhaust gas flow rate in the bypass branch is controlled according to an estimated or measured temperature in the bypass branch and a desired amount of ammonia to be injected by desorption estimated in the exhaust line to provide a catalytic reduction of the nitrogen oxides present in the exhaust gas, a temperature of the cartridge being estimated according to the gas flow rate at the temperature estimated or measured during a given time interval and corresponding to an amount of desorbed ammonia equal to the desired amount of ammonia.

(57) Abrégé : La présente invention a pour objet un procédé de réduction catalytique sélective fonctionnant par désorption d'ammoniac à partir d'au moins une cartouche (7) de stockage dans une ligne (10) d'échappement en sortie de moteur (1) thermique de véhicule automobile, la cartouche (7) étant disposée dans au moins une branche en dérivation (6) d'une conduite principale (6a) de la ligne d'échappement. Le débit de gaz d'échappement dans la branche en dérivation est régulé en fonction d'une température estimée ou mesurée dans la branche en dérivation et d'une quantité désirée d'ammoniac à injecter par désorption estimée dans la ligne d'échappement pour assurer une réduction catalytique des oxydes d'azote présent dans les gaz d'échappement, une température de la cartouche étant estimée en fonction du débit de gaz à la température estimée ou mesurée pendant un intervalle de temps donné et correspondant à une quantité d'ammoniac désorbée égale à la quantité désirée d'ammoniac.

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Procédé de réduction catalytique sélective avec désorption d'ammoniac à partir d'une cartouche dans une ligne d'échappement

La présente invention concerne un procédé de réduction catalytique sélective avec désorption d'ammoniac à partir d'une cartouche dans une ligne d'échappement de
5 moteur thermique de véhicule automobile.

Plus de 95% des moteurs Diesel seront équipés d'un dispositif de traitement des oxydes d'azote dans la ligne d'échappement. Ceci pourrait valoir dans un avenir très proche pour les moteurs à carburant essence.

Pour ce faire, dans des véhicules automobiles notamment à moteur Diesel, il
10 est connu d'équiper une ligne d'échappement de moteur à combustion interne d'un système de réduction catalytique sélective avec injection d'agent réducteur dans la ligne, une unité de contrôle commande recevant les estimations ou mesures de quantités d'oxydes d'azote sortant par la ligne d'échappement au moins en aval du système de réduction catalytique sélective.

15 Pour la dépollution des oxydes d'azote ou NOx, il est donc fréquemment utilisé un système de réduction catalytique sélective connu sous l'abréviation française de RCS correspondant à l'abréviation anglaise de SCR pour « selective catalytic reduction ». Par la suite, dans la présente demande, le système de réduction catalytique sélective pourra aussi être cité par son abréviation RCS de même que les oxydes d'azote pourront
20 être cités sous leur abréviation NOx et l'ammoniac sous sa formule chimique NH₃.

Il existe principalement deux types de système RCS. Dans le premier type de système RCS, il est utilisé un agent réducteur liquide destiné à être introduit en quantités prédéfinies et par injections consécutives dans une ligne d'échappement d'un véhicule automobile. L'ajout de cet agent réducteur de dépollution effectue le traitement des NOx
25 présents dans la ligne d'échappement du moteur thermique du véhicule automobile. Cet agent réducteur RCS est fréquemment de l'ammoniac ou un précurseur de l'ammoniac, par exemple de l'urée ou un dérivé de l'urée, notamment un mélange connu sous la marque Adblue®.

Dans un deuxième type de système RCS, c'est au moins une cartouche de
30 stockage d'ammoniac, l'ammoniac étant avantageusement stocké chimiquement, qui délivre l'ammoniac par désorption en étant chauffée. De manière classique, il est prévu des moyens électriques de chauffage pour la désorption de l'ammoniac. Il peut être prévu plusieurs cartouches de stockage d'ammoniac dans la ligne d'échappement. Ceci représente le premier état de la technique d'un système RCS fonctionnant avec une ou
35 des cartouches de désorption d'ammoniac.

Ce premier état de la technique présente le désavantage de nécessiter des moyens de chauffage, avantageusement électrique, de la cartouche ou de chacune des cartouches. Ceci augmente le coût d'un tel système RCS à cartouche, d'autant plus que le chauffage se fait par l'extérieur de la cartouche avec des pertes d'énergie.

- 5 L'alimentation des moyens de chauffage se fait par la batterie du véhicule ou par l'alternateur, ce qui peut réduire la charge de la batterie et être une perte de puissance électrique.

Le document US-A-2016/169074 décrit un deuxième état de la technique combinant un système RCS pour un moteur thermique avec une cartouche de stockage
10 d'ammoniac. Le système RCS comporte un injecteur disposé dans la ligne d'échappement et configuré pour injecter un agent réducteur dans le flux d'échappement. La ligne d'échappement peut comprendre une branche montée en dérivation d'une conduite principale de ligne en aval de l'injecteur. Une vanne est disposée dans la
15 branche en dérivation pour faire passer ou empêcher les gaz d'échappement de passer dans la branche en dérivation.

Un dispositif de stockage sous la forme d'une cartouche de stockage d'ammoniac est disposé dans la branche en dérivation et est configuré pour stocker de l'ammoniac prélevé des gaz d'échappement. Le système RCS peut également
20 comprendre un module de commande configuré pour actionner sélectivement la vanne et stocker ou non de l'ammoniac dans la cartouche.

Ce document est donc dirigé vers un système RCS par injection d'un agent réducteur, c'est-à-dire du premier type, la cartouche venant en appoint pour stocker une quantité d'ammoniac temporairement dans la ligne et n'étant pas la source première et
25 unique d'apport d'ammoniac. Le rôle de cette cartouche est d'apporter plus rapidement de l'ammoniac en début de cycle ou lors des roulages à basse température pour la réduction catalytique et n'est pas d'être la source principale d'ammoniac injecté dans la ligne.

Au contraire, le problème à la base de la présente invention est, pour un système de réduction catalytique sélective avec une ou des cartouches de stockage comme sources d'ammoniac dans une ligne d'échappement de moteur thermique de
30 véhicule automobile, d'effectuer une désorption de l'ammoniac au plus juste de la quantité d'ammoniac nécessaire pour réduire les oxydes d'azote alors présents dans les gaz évacués du moteur par la ligne d'échappement.

On connaît également le document EP 2 944 779 A1 qui se rapporte à un système d'échappement d'un moteur à combustion interne pour le post-traitement des
35 gaz d'échappement comprenant un tuyau d'échappement provenant d'un collecteur d'échappement du moteur à combustion interne, un réservoir pour la collecte d'un certain nombre de matrices solides capables de stocker de l'ammoniac, un conduit de distribution

d'ammoniac qui provient du réservoir et qui mène au conduit d'échappement, et un circuit d'alimentation d'un fluide de chauffage vers le réservoir, conçu pour permettre l'échange de chaleur du fluide de chauffage vers le nombre de matrices solides capables de stocker de l'ammoniac, dans lequel le circuit d'alimentation comprend une soupape de dérivation
5 qui est adaptée pour ajuster la quantité de fluide de chauffage fournie au réservoir. Ce document montre une conduite spécifique d'introduction de l'ammoniac dans la ligne d'échappement et une conduite séparée additionnelle de réintroduction des gaz d'échappement dans la ligne d'échappement. Comme représenté sur la figure 1, la prise de dérivation des gaz d'échappement se fait en amont du catalyseur d'oxydation / filtre à
10 particules.

La présente invention propose d'améliorer les dispositifs existants.

A cet effet, la présente invention concerne un procédé de réduction catalytique sélective fonctionnant par désorption d'ammoniac à partir d'au moins une cartouche de stockage dans une ligne d'échappement en sortie de moteur thermique de
15 véhicule automobile, ladite au moins une cartouche étant disposée dans au moins une branche en dérivation d'une conduite principale de la ligne d'échappement, une régulation d'un débit d'écoulement des gaz d'échappement dans ladite au moins une branche en dérivation étant effectué fonction de la température des gaz d'échappement mesurée ou estimée dans ladite au moins une branche afin que ladite au moins une cartouche soit
20 portée à une température suffisante pour désorber une quantité d'ammoniac nécessaire pour une réduction des oxydes d'azote présents dans les gaz d'échappement, caractérisé en ce que le débit de gaz d'échappement dans ladite au moins une branche en dérivation est régulé en fonction d'une température estimée ou mesurée dans la branche en dérivation et d'une quantité désirée d'ammoniac à injecter par désorption estimée dans la
25 ligne d'échappement pour assurer une réduction catalytique des oxydes d'azote présent dans les gaz d'échappement, une température de ladite au moins une cartouche étant estimée en fonction du débit de gaz à la température estimée ou mesurée pendant un intervalle de temps donné et correspondant à une quantité d'ammoniac désorbée égale à la quantité désirée d'ammoniac, une réactualisation de la quantité désirée d'ammoniac se
30 faisant par estimation ou mesure de la quantité d'oxydes d'azote restant dans la ligne d'échappement en aval de la réduction catalytique.

Par rapport à un premier état de la technique pour lequel une cartouche est chauffée par des moyens électriques, la présente invention présente l'avantage de ne pas nécessiter des moyens de chauffage auxiliaires que sont les moyens électriques, d'où
35 une économie d'éléments mis en œuvre et aussi une sollicitation nulle de la batterie ou de l'alternateur du véhicule. La présente invention ne nécessite que la présence d'une branche en dérivation et d'une vanne associée à cette branche en dérivation.

L'énergie pour le chauffage est directement récupérée dans les gaz d'échappement, énergie qui serait perdue sinon. Le débit des gaz et la température des gaz dans la ligne d'échappement sont déjà mesurés ou estimés pour d'autres fonctions de contrôle moteur et de dépollution et le procédé de la présente invention utilise donc
5 des moyens déjà présents sur la ligne d'échappement, ce qui représente une économie de moyens.

Par rapport à un deuxième état de la technique, illustré par le document US-A-2016/169074 pour lequel une cartouche est disposée dans une branche en dérivation d'une conduite principale de ligne d'échappement, la cartouche de ce
10 document sert à récupérer, en fonctionnement d'un système de réduction catalytique sélective avec injection d'agent réducteur disposé en amont de la cartouche, de l'ammoniac et non d'en injecter dans la branche. Il s'ensuit que le contrôle de la température et du débit des gaz d'échappement proposé dans le cadre du procédé selon la présente invention est complètement différent de celui proposé dans ce document, le
15 mode de désorption d'une quantité d'ammoniac suffisante pour une réduction des oxydes d'azote présents dans les gaz d'échappement n'étant pas décrit dans ce document, étant donné que ce document n'est concerné que par le stockage de l'ammoniac en surplus dans la ligne.

En effet, si l'ammoniac stocké selon le procédé décrit dans ce document est
20 destiné à être désorbé, les conditions d'une telle désorption ne sont pas décrites dans ce deuxième état de la technique. Ceci est, par contre, l'apport inventif de la présente invention, qui propose de réguler le débit d'écoulement des gaz en fonction de la température des gaz d'échappement mesurée ou estimée dans ladite au moins une branche afin que ladite au moins une cartouche désorbe une quantité d'ammoniac
25 suffisante pour une réduction des oxydes d'azote présents dans les gaz d'échappement.

La température à l'intérieur de la cartouche suit avec une inertie thermique la température des gaz d'échappement. Plus le débit des gaz est fort et plus la température de la cartouche va suivre la température des gaz d'échappement. Il est connu qu'à des températures spécifiques, la cartouche va relâcher une quantité prédéterminée
30 d'ammoniac. L'invention propose, connaissant la quantité d'oxydes d'azote à réduire dans la ligne d'échappement et en conséquence la quantité d'ammoniac nécessaire à la réduction, de piloter le débit et la température des gaz dans ladite au moins une branche en dérivation logeant au moins une cartouche pour que cette quantité d'ammoniac nécessaire à la réduction soit désorbée. Il peut éventuellement être pris en considération
35 une quantité d'ammoniac estimée être stockée dans le catalyseur de réduction catalytique sélective afin d'estimer au plus près la quantité d'ammoniac à désorber.

Avantageusement, pour assurer un début de désorption de ladite au moins une cartouche, le débit des gaz d'échappement dans ladite au moins une branche est régulé en fonction de la température des gaz d'échappement dans ladite au moins une branche afin que ladite au moins une cartouche atteigne une température de début de désorption prédéterminée pour ladite au moins une cartouche de 80°C avec une plage de variation de 15% autour de cette température de début de désorption, et, à une fin de vie de ladite au moins une cartouche, pour assurer un vidage complet de celle-ci, une quantité restante d'ammoniac dans la cartouche étant estimée en retranchant à la quantité initiale d'ammoniac contenue dans une cartouche neuve une quantité d'ammoniac désorbée estimée en fonction des températures et des débits mémorisés dans la branche associée à la cartouche et, quand la quantité restante d'ammoniac dans ladite au moins une cartouche est égale à un pourcentage prédéterminé de la quantité initiale d'ammoniac représentatif de ladite au moins une cartouche presque vide en variant de 0 à 20%, il est effectué une augmentation de débit dans ladite au moins une branche afin que ladite au moins une cartouche atteigne une température de désorption maximale prédéterminée égale à 150°C avec une plage de variation de 15% autour de cette température de désorption maximale.

Ces valeurs dépendent du type de cartouche utilisée et de son mode de stockage. Pour un exemple non limitatif, une cartouche peut désorber 7 moles d'ammoniac à une première température de 85°C et une mole supplémentaire au-dessus d'une deuxième température de 150°C. Il convient d'atteindre la première température le plus rapidement possible avec un fort débit dans la branche en dérivation pour assurer une dépollution satisfaisante en oxydes d'azote le plus rapidement possible. Dépasser la deuxième température permet d'effectuer un vidage de la cartouche en fin de vie.

L'invention concerne aussi une ligne d'échappement en sortie de moteur thermique de véhicule automobile, la ligne d'échappement comprenant un système de réduction catalytique sélective fonctionnant par désorption d'ammoniac à partir d'au moins une cartouche de stockage, la ligne d'échappement mettant en œuvre un tel procédé caractérisée en ce que ladite au moins une cartouche est disposée dans au moins une branche en dérivation d'une conduite principale de la ligne d'échappement, une vanne étant présente dans ladite au moins une branche ou sur la ligne d'échappement et régulant un flux de gaz d'échappement dans ladite au moins une branche, un moyen d'estimation ou de mesure d'une température des gaz d'échappement dans ladite au moins une branche en dérivation étant présent, un contrôleur du système de réduction pilotant la vanne pour une désorption d'une quantité d'ammoniac désorbée nécessaire, caractérisé en ce que le contrôleur intègre une cartographie donnant une température de

ladite au moins une cartouche en fonction de la température et du débit des gaz d'échappement dans ladite au moins une branche en dérivation.

La mise en œuvre de la présente invention ne nécessite que l'ajout d'une ou de branches en dérivation et d'une vanne associée à la ou à chaque branche, ainsi qu'une modification logicielle du contrôleur du système de réduction pour une régulation de la quantité d'ammoniac désorbée par le débit et la température des gaz et non plus par une source d'énergie électrique comme le proposait le premier état de la technique. Les moyens d'estimation ou de mesure du débit et de la température des gaz sont déjà présents dans une ligne d'échappement.

Avantageusement, la vanne est disposée à un piquage d'entrée de ladite au moins une branche en dérivation sur la conduite principale de la ligne d'échappement, la vanne étant une vanne trois voies ou la vanne est disposée en aval du piquage d'entrée de ladite au moins une branche en dérivation dans ladite au moins une branche, la vanne étant une vanne deux voies réglable dans plusieurs positions d'ouverture entre une ouverture et une fermeture complètes de la vanne.

Avantageusement, quand la vanne est une vanne deux voies réglable dans plusieurs positions, la conduite principale de la ligne d'échappement comprend un élément de contre-pression positionné en aval du piquage d'entrée et en amont d'un piquage de sortie de ladite au moins une branche en dérivation. Cet élément de contre-pression peut être une vanne placée en amont d'un piquage de ligne de recirculation de gaz d'échappement à une admission en air du moteur thermique ou n'importe quel autre moyen permettant d'effectuer une contre-pression dans la conduite principale de la ligne d'échappement.

Avantageusement, la ligne d'échappement présente un catalyseur de réduction catalytique sélective du système de réduction catalytique sélective en aval de la branche en dérivation sur la ligne d'échappement, un capteur d'ammoniac étant disposé en amont du catalyseur de réduction catalytique sélective et en aval de la branche en dérivation et/ou un capteur d'oxydes d'azote étant disposé en aval du catalyseur de réduction dans la ligne d'échappement. De manière usuelle, un capteur d'oxydes d'azote amont peut être disposé en amont de la ou des branches en dérivation, avantageusement directement en aval d'un catalyseur de réduction et/ou d'un filtre à particules.

Avantageusement, la ligne d'échappement comprend au moins deux branches en dérivation contenant chacune au moins une cartouche, les vannes desdites au moins deux branches en dérivation étant pilotées avec des ouvertures et fermetures différentes. Ceci est fait sous réserve qu'un ajout des deux quantités d'ammoniac produites dans chacune desdites au moins deux branches donne la quantité d'ammoniac désirée. Ceci permet une grande facilité de réglage.

En effet, par exemple une cartouche dans une branche en dérivation peut être proche d'être vide auquel cas la température dans sa branche en dérivation est augmentée pour effectuer un vidage complet de la cartouche avec augmentation de la quantité d'ammoniac désorbée tandis qu'une autre cartouche dans une autre branche en
5 dérivation présente une température inférieure pour une quantité d'ammoniac désorbée moins élevée, en étant par exemple comprise entre les première et deuxième températures précédemment mentionnées.

Avantageusement, ladite au moins une cartouche est de forme allongée et comprend un passage longitudinal médian la traversant entièrement pour les gaz
10 d'échappement. Ceci permet de la chauffer de manière uniforme en son intérieur.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

- la **figure 1** montre un ensemble d'un moteur thermique et d'une ligne
15 d'échappement présentant une branche en dérivation comprenant une cartouche de stockage d'ammoniac selon un mode de réalisation de la présente invention,

- la **figure 2** montre cinq courbes de désorption en pourcentage d'ammoniac en fonction de la température en degrés Celsius pour cinq formulations de sels de stockage différentes dans une cartouche de stockage d'ammoniac pouvant servir dans une ligne
20 d'échappement selon un mode de réalisation de la présente invention,

- la **figure 3** est une représentation schématique d'une coupe longitudinale d'une cartouche de stockage d'ammoniac pouvant servir dans une ligne d'échappement selon un mode de réalisation de la présente invention.

Dans ce qui va suivre, il est fait référence à toutes les figures prises en
25 combinaison. Quand il est fait référence à une ou des figures spécifiques, ces figures sont à prendre en combinaison avec les autres figures pour la reconnaissance des références numériques désignées.

En se référant à la **figure 1**, il est montré un moteur 1 thermique et une ligne
30 d'échappement pour une évacuation des gaz d'échappement issus de la combustion dans le moteur 1 thermique. La ligne 10 d'échappement peut comprendre, à proximité d'un collecteur d'échappement du moteur 1, un catalyseur de réduction 2 et un filtre à particules 3, pour un moteur 1 à allumage par compression, notamment un moteur 1 Diesel ou fonctionnant au gazole.

Dans le cas d'un moteur thermique à allumage commandé, notamment un
35 moteur à carburant essence ou à un mélange contenant de l'essence, la ligne 10 peut comprendre un catalyseur trois voies et un filtre à particules à essence.

Une sonde amont à oxydes d'azote 4a, aussi dénommée sonde amont NOx, est disposée en aval du filtre à particules 3. Toutes les caractéristiques relatives au catalyseur de réduction 2, au filtre à particules 3 et à la sonde amont NOx 4a ne sont pas essentielles pour la mise en œuvre de la présente invention.

5 Ensuite, la ligne 10 d'échappement se partage en une conduite principale 6a d'échappement et au moins une branche en dérivation 6. La branche en dérivation 6 illustrée à la figure 1 comprend une cartouche 7 de stockage d'ammoniac. A la **figure 1**, il est montré une vanne 5 disposée au piquage d'entrée de la branche en dérivation 6 sur la ligne d'échappement 10 en amont de la conduite principale 6a.

10 Au piquage de sortie de la branche en dérivation 6 en retour sur la conduite principale 6a de la ligne 10 d'échappement, il est montré un mélangeur 13 de l'ammoniac avec les gaz d'échappement, notamment les gaz d'échappement ayant transité par la conduite principale 6a.

 Enfin, en aval du piquage de sortie de la branche en dérivation 6, il peut être
15 prévu une sonde à ammoniac 8 disposée en aval d'un catalyseur de réduction 9 catalytique sélective ou catalyseur RCS faisant partie d'un système RCS alimenté par la cartouche 7. En aval du catalyseur RCS 9, il est prévu une sonde NOx aval 4b, permettant de vérifier si tous les oxydes d'azote ont été réduits. Le mélangeur 13, la sonde NOx aval 4b et la sonde à ammoniac 8 ne sont pas essentiels pour la mise en
20 œuvre de la présente invention tandis que le catalyseur de réduction 9 catalytique sélective l'est.

 La présente invention concerne un procédé de réduction catalytique sélective fonctionnant par désorption d'ammoniac à partir d'au moins une cartouche 7 de stockage dans une ligne 10 d'échappement en sortie de moteur 1 thermique de véhicule
25 automobile, par exemple dans une ligne 10 d'échappement comme montré à la figure, ce qui n'est pas limitatif. Il peut y avoir plusieurs branches en dérivation 6 d'une conduite principale 6a de la ligne d'échappement 10 comprenant une ou plusieurs cartouches 7 de stockage. La ou les cartouches 7 sont disposées dans la ou les branches 6 en dérivation de la conduite principale 6a de la ligne 10 d'échappement.

30 Dans le procédé selon l'invention, il est effectué une régulation d'un débit d'écoulement des gaz d'échappement dans la ou les branches en dérivation 6 fonction de la température des gaz d'échappement mesurée ou estimée dans chaque branche en dérivation 6 respective afin que la ou les cartouches 7 dans chaque branche en dérivation 6 soient portées à une température suffisante pour désorber une quantité
35 d'ammoniac nécessaire pour une réduction des oxydes d'azote présents dans les gaz d'échappement.

Le débit de gaz d'échappement dans la ou les branches en dérivation 6 peut être régulé en fonction d'une température estimée ou mesurée dans chaque branche en dérivation 6 et d'une quantité désirée d'ammoniac à injecter par désorption estimée dans la ligne 10 d'échappement pour assurer une réduction catalytique des oxydes d'azote
5 présent dans les gaz d'échappement.

On connaît le temps de réaction pour la désorption de l'ammoniac de la cartouche. On peut donc anticiper la quantité d'ammoniac désorbée pendant un intervalle de temps prédéfini.

La température de chaque cartouche 7 peut être estimée en fonction du débit
10 de gaz à la température estimée ou mesurée pendant un intervalle de temps donné et correspondant à une quantité d'ammoniac désorbée égale à la quantité désirée d'ammoniac.

Une réactualisation de la quantité désirée d'ammoniac peut se faire par estimation ou mesure de la quantité d'oxydes d'azote restant dans la ligne 10
15 d'échappement en aval de la réduction catalytique, ceci avantageusement par mesure de la sonde NOx aval 4b.

La quantité d'ammoniac désorbée peut être suivie par mesure de la sonde à ammoniac 8 en amont du catalyseur de réduction 9 catalytique sélective.

Il est connu qu'une cartouche 7 de stockage ne désorbe l'ammoniac que la
20 cartouche 7 contient uniquement au-dessus d'une température minimale. Pour assurer un début de désorption de chaque cartouche 7, le débit des gaz d'échappement dans la branche 6 contenant la cartouche 7 respective peut être régulé en fonction de la température des gaz d'échappement dans la branche afin que la cartouche 7 atteigne une température de début de désorption prédéterminée.

25 Cette première température de début de désorption prédéterminée pour la cartouche 7 peut être de 80°C avec une plage de variation de 15% autour de cette température de début de désorption.

A une fin de vie d'une cartouche 7, une quantité restante d'ammoniac dans la cartouche 7 peut être estimée en retranchant à la quantité initiale d'ammoniac contenue
30 dans une cartouche 7 neuve une quantité d'ammoniac désorbée estimée en fonction des températures et des débits mémorisés dans la branche associée à la cartouche 7.

Pour assurer un vidage complet de la cartouche 7, quand la quantité restante d'ammoniac dans ladite au moins une cartouche 7 est égale à un pourcentage
35 prédéterminé de la quantité initiale d'ammoniac représentatif de ladite au moins une cartouche 7 presque vide en variant de 0 à 20%, il est effectué une augmentation de débit dans la branche contenant la cartouche 7 à vider complètement afin que la cartouche 7

atteigne une température de désorption maximale prédéterminée égale à 150°C avec une plage de variation de 15% autour de cette température de désorption maximale.

La figure 2 montre cinq courbes de désorption en pourcentage d'ammoniac en fonction de la température en degrés Celsius pour cinq formulations de sels de stockage
5 différentes dans une cartouche de stockage d'ammoniac pouvant servir dans une ligne d'échappement selon un mode de réalisation de la présente invention. Le sel est un di-chlorure de baryum et de strontium de formule $Ba_xSr_{(1-x)}Cl_2$ mixtures avec x respectivement égal à 1, 0,5, 0,25, 0,125 et 0. Il est montré en ordonnée une désorption d'ammoniac NH_3 désorb en pourcentage d'une quantité d'ammoniac contenue
10 initialement en fonction d'une température T en degrés Celsius $T^{\circ}C$ en abscisse.

On retiendra préférentiellement des formulations pour lesquelles la température de désorption est supérieure à 40 °C pour éviter une désorption non souhaitée à température ambiante.

Le bouclage sur la température nécessaire pour libérer l'ammoniac, par
15 exemple entre 40-80°C et 100-150°C permet de déterminer le niveau de remplissage de la cartouche.

La présence d'un palier entre 80-100°C et 120-150°C pour libérer les dernières moles d'ammoniac permet d'améliorer encore la précision d'estimation de quantité restante lorsqu'une cartouche est presque vide, par exemple avec une quantité
20 d'ammoniac inférieure à 20% de la quantité d'ammoniac initialement contenue, signalant ainsi le besoin de basculer sur une nouvelle cartouche.

La courbe avec x égal à 0 montre un pourcentage de désorption d'ammoniac relativement constant à plus de 80% de NH_3 désorbé NH_3 désorb pour des températures comprises entre 80 et 130°C, tandis qu'un tel palier de température pour une désorption
25 relativement constante d'ammoniac n'existe pas pour x égal à 0,5 ou 0,25 ou est moins long pour x égal à 0,125.

Dans un autre exemple non limitatif et non montré aux figures, il est utilisé un di-chlorure de strontium $SrCl_2$, devenant du di-chlorure de strontium octamine $Sr(NH_3)_8Cl_2$ en absorbant de l'ammoniac ou NH_3 à basse température. A température
30 moyenne d'environ 80°C avec une plage de variation de 15% autour de cette température, commence la désorption de l'ammoniac en libérant selon la réaction chimique montrée à cette température 7 moles de NH_3 . Le di-chlorure de strontium octamine devient alors du di-chlorure de strontium aminé de formule $Sr(NH_3)Cl_2$.

A une température de 150°C avec une plage de variation de 15% autour de
35 cette température, se produit en addition de la première réaction chimique, une réaction sur le di-chlorure de strontium aminé de formule $Sr(NH_3)Cl_2$ pour libérer une mole de NH_3 en devenant du di-chlorure de strontium $SrCl_2$. A partir de cette température, tout

l'ammoniac de la cartouche 7 est libéré, ce qui ne serait pas le cas entre 80°C et en dessous de 150°C, où de l'ammoniac reste sous la forme de $\text{Sr}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2$.

En se référant à nouveau plus particulièrement à la figure 1, une ligne 10 d'échappement pour la mise en œuvre d'un procédé tel que précédemment décrit
5 comprend un système de réduction catalytique sélective fonctionnant par désorption d'ammoniac à partir d'au moins une cartouche 7 de stockage, le système de réduction catalytique comprenant un catalyseur RCS 9 en aval de la cartouche 7 et étant piloté par un contrôleur.

La ou les cartouches 7 sont disposées dans au moins une branche en
10 dérivation 6 d'une conduite principale 6a de la ligne 10 d'échappement, soit une cartouche 7 pour une ou pour chaque branche en dérivation 6 ou plusieurs cartouches 7 pour une ou plusieurs branches en dérivation.

Une vanne 5 est présente dans la branche 6 ou pour chaque branche et
régule un flux de gaz d'échappement dans cette branche en dérivation 6 associée. Un
15 moyen d'estimation ou de mesure d'une température des gaz d'échappement dans la ou chaque branche en dérivation 6 est présent afin qu'un contrôleur du système de réduction pilote la vanne 5 pour une désorption d'une quantité d'ammoniac désorbée désirée en correspondance avec une quantité d'ammoniac nécessaire pour réduire les oxydes d'azote dans la ligne 10.

20 Le contrôleur du système de réduction peut intégrer une cartographie donnant une température de la ou des cartouches 7 en fonction de la température et du débit des gaz d'échappement dans la branche en dérivation 6 qui porte une cartouche 7 ou des cartouches 7.

Dans un premier mode de réalisation préférentielle de la présente invention, la
25 vanne 5 peut être disposée à un piquage d'entrée de la branche en dérivation 6 associée sur la conduite principale 6a de la ligne 10 d'échappement. La vanne 5 peut être une vanne 5 trois voies.

Dans un deuxième mode de réalisation préférentielle de la présente invention, alternatif au premier mode, la vanne 5 peut être disposée dans la branche en dérivation 6
30 associée en aval du piquage d'entrée de cette branche en dérivation 6. La vanne 5 peut être une vanne 5 deux voies réglable dans plusieurs positions d'ouverture entre une ouverture et une fermeture complètes de la vanne 5.

Pour ce deuxième mode de réalisation préférentielle, quand la vanne 5 est
une vanne 5 deux voies réglable dans plusieurs positions, la conduite principale 6a de la
35 ligne 10 d'échappement peut comprendre un élément de contre-pression positionné en aval du piquage d'entrée et en amont d'un piquage de sortie de ladite au moins une

branche en dérivation 6. Cet élément de contre-pression peut être un piquage de ligne de recirculation des gaz d'échappement à une admission d'air du moteur 1 thermique.

La ligne 10 d'échappement peut comprendre au moins deux branches en dérivation 6 contenant chacune une ou plusieurs cartouches 7, chaque branche en dérivation 6 étant associée à une vanne 5 respective. Les vannes 5 des branches en dérivation 6 peuvent être pilotées avec des ouvertures et fermetures différentes sous réserve qu'un ajout des deux quantités d'ammoniac produites dans chacune desdites au moins deux branches 6 donne la quantité d'ammoniac désirée.

La figure 3 montre une forme de réalisation d'une cartouche 7 de stockage d'ammoniac. La cartouche 7 est de forme allongée et comprend un passage longitudinal médian 12 la traversant entièrement pour les gaz d'échappement. Un compartiment de stockage 11 de forme cylindrique entoure le passage longitudinal médian 12. C'est ce compartiment 11 qui comprend la matière de stockage de l'ammoniac par exemple un dichlorure de strontium, ce qui n'est pas limitatif.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réduction catalytique sélective fonctionnant par désorption d'ammoniac à partir d'au moins une cartouche (7) de stockage dans une ligne (10) d'échappement en sortie de moteur (1) thermique de véhicule automobile, ladite au moins une cartouche (7) étant disposée dans au moins une branche en dérivation (6) d'une
5 conduite principale (6a) de la ligne (10) d'échappement, une régulation d'un débit d'écoulement des gaz d'échappement étant effectuée dans ladite au moins une branche en dérivation (6) fonction de la température des gaz d'échappement mesurée ou estimée dans ladite au moins une branche afin que ladite au moins une cartouche (7) soit portée à une température suffisante pour désorber une quantité d'ammoniac nécessaire pour une
10 réduction des oxydes d'azote présents dans les gaz d'échappement, **caractérisé en ce que** le débit de gaz d'échappement dans ladite au moins une branche en dérivation (6) est régulé en fonction d'une température estimée ou mesurée dans la branche en dérivation (6) et d'une quantité désirée d'ammoniac à injecter par désorption estimée dans la ligne (10) d'échappement pour assurer une réduction catalytique des oxydes
15 d'azote présent dans les gaz d'échappement, une température de ladite au moins une cartouche (7) étant estimée en fonction du débit de gaz à la température estimée ou mesurée pendant un intervalle de temps donné et correspondant à une quantité d'ammoniac désorbée égale à la quantité désirée d'ammoniac, une réactualisation de la quantité désirée d'ammoniac se faisant par estimation ou mesure de la quantité d'oxydes
20 d'azote restant dans la ligne (10) d'échappement en aval de la réduction catalytique.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, pour assurer un début de désorption de ladite au moins une cartouche (7), le débit des gaz d'échappement dans ladite au moins une branche est régulé en fonction de la température des gaz d'échappement dans ladite au moins une branche afin que ladite au moins une
25 cartouche (7) atteigne une température de début de désorption prédéterminée pour ladite au moins une cartouche (7) de 80°C avec une plage de variation de 15% autour de cette température de début de désorption, et, à une fin de vie de ladite au moins une cartouche (7), pour assurer un vidage complet de ladite au moins une cartouche (7), une quantité restante d'ammoniac dans ladite au moins une cartouche (7) étant estimée en
30 retranchant à la quantité initiale d'ammoniac contenue dans une cartouche (7) neuve une quantité d'ammoniac désorbée estimée en fonction des températures et des débits mémorisés dans ladite au moins une branche associée à ladite au moins une cartouche (7) et, quand la quantité restante d'ammoniac dans ladite au moins une cartouche (7) est égale à un pourcentage prédéterminé de la quantité initiale d'ammoniac
35 représentatif de ladite au moins une cartouche (7) presque vide en variant de 0 à 20%, il est effectué une augmentation de débit dans ladite au moins une branche (6) afin que

ladite au moins une cartouche (7) atteigne une température de désorption maximale prédéterminée égale à 150°C avec une plage de variation de 15% autour de cette température de désorption maximale.

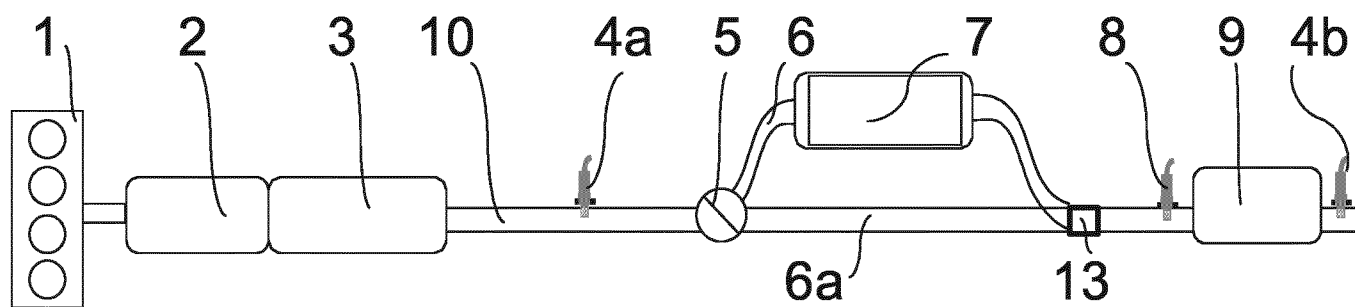
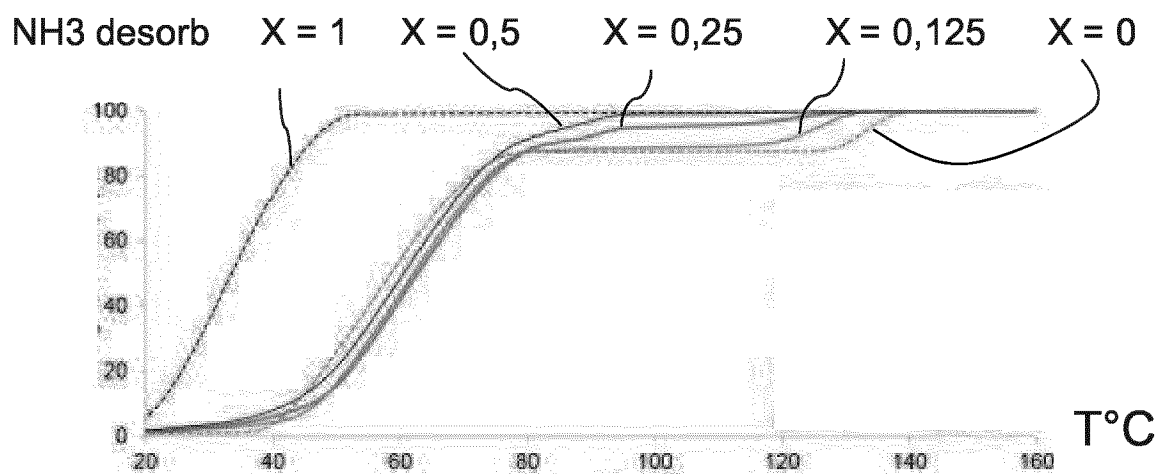
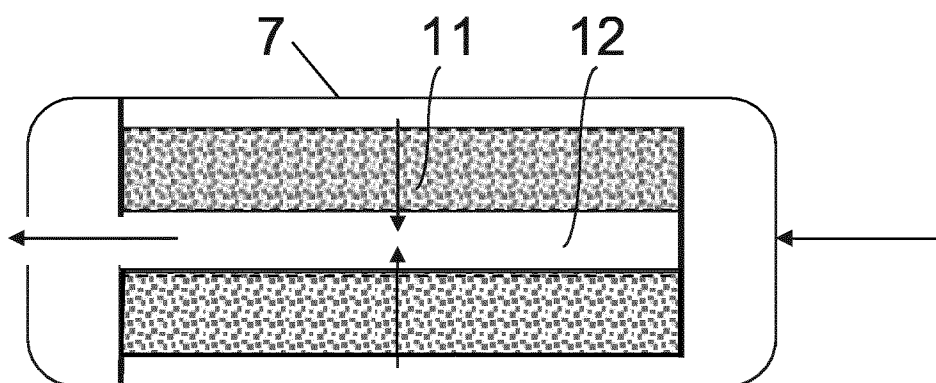
3. Ligne (10) d'échappement en sortie de moteur (1) thermique de véhicule automobile, la ligne (10) d'échappement comprenant un système de réduction catalytique sélective fonctionnant par désorption d'ammoniac à partir d'au moins une cartouche (7) de stockage, la ligne (10) d'échappement mettant en œuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, ladite au moins une cartouche (7) étant disposée dans au moins une branche en dérivation (6) d'une conduite principale (6a) de la ligne (10) d'échappement, une vanne (5) étant présente dans ladite au moins une branche (6) ou sur la ligne (10) d'échappement et régulant un flux de gaz d'échappement dans ladite au moins une branche (6), un moyen d'estimation ou de mesure d'une température des gaz d'échappement dans ladite au moins une branche en dérivation (6) étant présent, un contrôleur du système de réduction pilotant la vanne (5) pour une désorption d'une quantité d'ammoniac désorbée désirée, **caractérisée en ce que le** contrôleur intègre une cartographie donnant une température de ladite au moins une cartouche (7) en fonction de la température et du débit des gaz d'échappement dans ladite au moins une branche en dérivation (6).

4. Ligne (10) d'échappement selon la revendication précédente, dans laquelle la vanne (5) est disposée à un piquage d'entrée de ladite au moins une branche en dérivation (6) sur la conduite principale (6a) de la ligne (10) d'échappement, la vanne (5) étant une vanne trois voies ou la vanne (5) est disposée en aval du piquage d'entrée de ladite au moins une branche en dérivation (6) dans ladite au moins une branche, la vanne (5) étant une vanne deux voies réglable dans plusieurs positions d'ouverture entre une ouverture et une fermeture complètes de la vanne (5).

5. Ligne (10) d'échappement selon la revendication précédente, dans laquelle, quand la vanne (5) est une vanne deux voies réglable dans plusieurs positions, la conduite principale (6a) de la ligne (10) d'échappement comprend un élément de contre-pression positionné en aval du piquage d'entrée et en amont d'un piquage de sortie de ladite au moins une branche en dérivation (6).

6. Ligne (10) d'échappement selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, laquelle présente un catalyseur de réduction catalytique sélective (9) du système de réduction catalytique sélective en aval de la branche en dérivation (6) sur la ligne (10) d'échappement, un capteur d'ammoniac (8) étant disposé en amont du catalyseur de réduction catalytique sélective (9) et en aval de la branche en dérivation (6) et/ou un capteur d'oxydes d'azote (4b) étant disposé en aval du catalyseur de réduction catalytique sélective (9) dans la ligne (10) d'échappement.

7. Ligne (10) d'échappement selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, laquelle comprend au moins deux branches en dérivation (6) contenant chacune au moins une cartouche (7), les vannes (5) desdites au moins deux branches en dérivation (6) étant pilotées avec des ouvertures et fermetures différentes.
- 5 8. Ligne (10) d'échappement selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, dans laquelle ladite au moins une cartouche (7) est de forme allongée et comprend un passage longitudinal médian (12) la traversant entièrement pour les gaz d'échappement.

**FIG. 1****FIG. 2****FIG. 3**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/075273

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F01N3/20 F01N3/28 F01N3/08
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EP0-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 944 779 A1 (MAGNETI MARELLI SPA [IT]) 18 November 2015 (2015-11-18) paragraph [0016] paragraph [0036] - paragraph [0038]; figure 1	1-8
A	----- US 2016/169074 A1 (CLAYTON JR ROBERT DALE [US] ET AL) 16 June 2016 (2016-06-16) paragraph [0030] - paragraph [0033]; figure 1 -----	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 October 2018

Date of mailing of the international search report

16/10/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zebst, Marc

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/075273

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2944779	A1	18-11-2015	NONE

US 2016169074	A1	16-06-2016	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2018/075273

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F01N3/20 F01N3/28 F01N3/08
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 2 944 779 A1 (MAGNETI MARELLI SPA [IT]) 18 novembre 2015 (2015-11-18) alinéa [0016] alinéa [0036] - alinéa [0038]; figure 1 -----	1-8
A	US 2016/169074 A1 (CLAYTON JR ROBERT DALE [US] ET AL) 16 juin 2016 (2016-06-16) alinéa [0030] - alinéa [0033]; figure 1 -----	1-8

☐

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 octobre 2018

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16/10/2018

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Zebst, Marc

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2018/075273

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2944779	A1	18-11-2015	AUCUN	

US 2016169074	A1	16-06-2016	AUCUN	
