



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
10.01.2024 Bulletin 2024/02

(21) Numéro de dépôt: **23184055.4**

(22) Date de dépôt: **07.07.2023**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

F01N 3/10 (2006.01) **F01N 3/021** (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01) **F01N 9/00** (2006.01)

F01N 3/22 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

F01N 3/101; F01N 3/021; F01N 3/2006;

F01N 3/2013; F01N 3/22; F01N 9/00; F01N 9/005;

F01N 2240/16; F01N 2430/08; F01N 2560/14;

F01N 2900/0416; F01N 2900/1402;

F01N 2900/1411; F01N 2900/1621

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(30) Priorité: **08.07.2022 FR 2207021**

(71) Demandeur: **New H Powertrain Holding, S.I.u.**
47008 Valladolid (ES)

(72) Inventeur: **Fasolo, Bertrand**
78084 Guyancourt (FR)

(74) Mandataire: **Renault Group**
Renault s.a.s.
1 avenue du Golf
FR TCR AVA 055
78084 Guyancourt Cedex (FR)

(54) **PROCÉDÉ D'OPTIMISATION DU CHAUFFAGE D'UN CATALYSEUR POUR LIMITER LA CONSOMMATION DE CARBURANT**

(57) L'invention concerne un procédé d'optimisation du chauffage d'un catalyseur (16) après un démarrage à froid d'un véhicule comprenant un moteur (2) à combustion interne, ledit véhicule comportant une ligne d'échappement (4) dotée d'un catalyseur (16) et d'un capteur (18) de concentration d'oxydes d'azote à la sortie dudit catalyseur (16).

Selon l'invention, ledit procédé comprend les étapes suivantes :

- une étape de chauffage du catalyseur (16),
- une étape de mesure de la concentration d'oxydes d'azote par le capteur (18) à la sortie du catalyseur (16) dès le démarrage dudit véhicule,
- une étape de détermination d'un paramètre spécifique qui est fonction de la mesure du capteur (18),
- une étape d'arrêt du chauffage du catalyseur (16) dès que ledit paramètre a atteint une valeur seuil prédéterminée.

[Fig. 1]

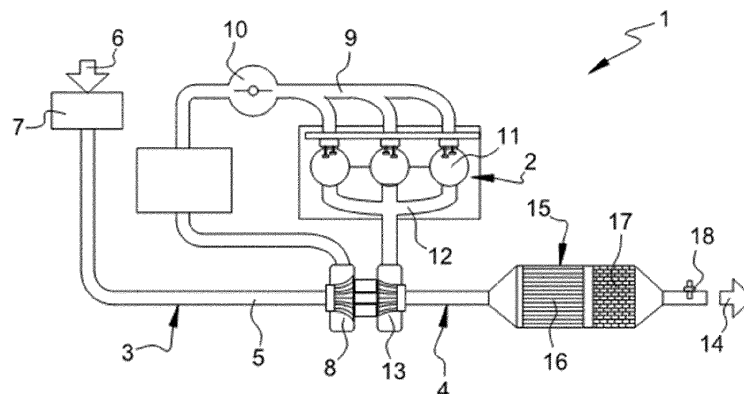


Fig. 1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé d'optimisation du chauffage d'un catalyseur de dépollution des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, pour limiter la consommation de carburant du moteur.

[0002] Un procédé selon l'invention, concerne notamment les véhicules équipés de moteurs à allumage commandé (fonctionnant à l'essence) devant respecter les futures normes d'émissions polluantes en Europe.

[0003] Les seuils d'émissions règlementaires étant de plus en plus faibles, en particulier sur les oxydes d'azote NOx, il faut que le système de post-traitement catalytique d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile puisse post-traiter au plus vite les émissions polluantes en sortie de moteur après un démarrage à froid du moteur.

[0004] Actuellement, pour parvenir à un tel résultat, on peut procéder à une phase de chauffage du catalyseur en dégradant le rendement du moteur, afin d'avoir des gaz très chauds à la sortie de la culasse dudit moteur. Le principal levier utilisé est de fortement réduire l'avance à l'allumage, typiquement avec 35° d'angle de vilebrequin en moins.

[0005] La publication EP-B1-0639708 divulgue un procédé de chauffage d'un catalyseur, dans lequel on augmente le débit d'air, on adapte la masse de carburant injectée et on décale l'avance à l'allumage le plus possible dans le sens du retard. Un inconvénient d'un tel procédé est qu'il provoque une augmentation significative d'environ 30%, de la consommation de carburant pendant toute la phase de chauffage du catalyseur.

[0006] Il existe d'autres types de chauffage du catalyseur, notamment par chauffage électrique, et/ou par injection d'air à l'échappement. Or, de tels moyens vont également entraîner de manière indirecte une surconsommation de carburant pour pouvoir produire l'énergie électrique puisée dans la batterie du véhicule et consommée par les moyens de chauffage électrique et/ou par les moyens d'injection d'air comme une pompe électrique.

[0007] Les émissions de dioxyde de carbone CO₂ étant elles aussi de plus en plus contraintes, il faut pouvoir chauffer le catalyseur « au juste nécessaire », donc optimiser la durée de chauffage dudit catalyseur. Or, la durée de chauffage optimale du catalyseur dépend de nombreux paramètres tels que :

- La température de l'échappement lors du démarrage à froid du moteur : plus la température ambiante est faible, et plus il faudra du temps pour amener le catalyseur à la bonne température. Sur un arrêt du véhicule qui s'accompagne d'un arrêt du moteur pendant la phase de chauffage du catalyseur, il est aussi difficile d'estimer la baisse de température,
- Le profil du roulage : si après un démarrage à froid, le client roule à des faibles vitesses / charges, il faudra

plus de temps pour chauffer le catalyseur car il y a moins de débit à l'échappement,

- L'état de vieillissement du catalyseur : plus le catalyseur a vieilli, moins il est efficace, et il faut donc augmenter sa durée de chauffage.

[0008] Tous ces paramètres ne sont pas appréhendables précisément par le système de contrôle-moteur, afin d'optimiser la durée de chauffage du catalyseur. On pourrait utiliser un critère de température du catalyseur au-delà de laquelle on peut considérer qu'il est complètement amorcé, c'est-à-dire qu'il présente un taux d'efficacité de post-traitement des émissions de 100%, mais l'estimation de cette température reste difficile du fait des réactions exothermiques internes. Pour traiter cette variabilité, on calibre en général la durée de chauffage du catalyseur sur le pire cas, qui de ce fait n'est plus optimal en consommation sur les cas moins sévères.

[0009] Avec les nouvelles normes en matière de dépollution, un capteur de concentration d'oxydes d'azote (dit aussi « sonde NOx ») supplémentaire va équiper les moteurs de véhicule, en aval du système de post-traitement des gaz d'échappement du moteur, pour permettre de suivre en temps réel les émissions de NOx à l'échappement, et de remonter ainsi un défaut si le système dépasse un seuil défini par la réglementation.

[0010] La publication FR-A1-3075260 divulgue un procédé de pilotage de la température d'un catalyseur dans le cas d'un véhicule hybride. Le chauffage du catalyseur est déclenché et maintenu pendant une durée prédéterminée lorsque la température à l'échappement atteint un seuil Ts supérieur à la température d'amorçage Ta du catalyseur, tout en le maintenant actif, et, lorsque la température instantanée, dont l'évolution ultérieure dépend du fonctionnement du groupe motopropulseur hybride (points de fonctionnement respectifs du moteur thermique et de la machine électrique) est inférieure au seuil Ts, alors le chauffage est commandé jusqu'à atteindre le seuil de température Ts.

[0011] Ce document ne permet pas d'optimiser la durée de chauffage du catalyseur.

[0012] La publication FR-A1-3081918 (RENAULT/NISSAN) divulgue un procédé perfectionné de la gestion de l'amorçage d'un catalyseur dans lequel on calcule l'enthalpie des gaz d'échappement permettant de déterminer la quantité de chaleur fournie au catalyseur. On détermine une enthalpie seuil qui caractérise l'amorçage, et on arrête le chauffage lorsque la valeur calculée de l'enthalpie atteint le seuil. Selon cette publication, le seuil est une fonction de la valeur de la température d'eau au démarrage et du vieillissement du catalyseur. Par exemple, il est le produit d'un premier facteur qui est une fonction décroissante de la température d'eau, et d'un deuxième facteur compris entre 0 et 1 qui correspond au vieillissement, 0 correspondant à un catalyseur neuf et 1 à un catalyseur vieilli. Dans un mode de réalisation, le vieillissement est déterminé à partir de l'amortissement d'un signal de richesse en aval du cata-

lyseur par rapport à un signal de richesse en amont du catalyseur. Le procédé décrit dans ce document prévoit bien une adaptation de la durée de de chauffage du catalyseur, mais le lien avec la capacité réelle du catalyseur à dépolluer les NOx est très indirect, et de ce fait, cette méthode manque de précision. Il n'est pas facile d'établir les bonnes valeurs des premier et deuxième facteurs.

[0013] Un procédé selon l'invention permet d'adapter au juste nécessaire le chauffage d'un catalyseur après un démarrage à froid d'un véhicule, en empêchant notamment que ledit catalyseur continue d'être chauffé alors qu'il a déjà atteint sa température d'amorçage.

[0014] L'invention a pour objet un procédé d'optimisation du chauffage d'un catalyseur de dépollution des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne après un démarrage à froid d'un véhicule comprenant ledit moteur, ledit véhicule comportant une ligne d'échappement doté dudit catalyseur et d'un capteur de concentration d'oxydes d'azote à la sortie dudit catalyseur.

[0015] Selon l'invention, ledit procédé comprend les étapes suivantes :

- une étape de chauffage du catalyseur,
- une étape de mesure de la concentration d'oxydes d'azote par le capteur à la sortie du catalyseur dès le démarrage dudit véhicule,
- une étape de détermination d'un paramètre spécifique représentatif de la quantité de particules d'oxydes d'azote à la sortie du catalyseur, qui est fonction de la mesure du capteur,
- une étape d'arrêt du chauffage du catalyseur dès que ledit paramètre spécifique a atteint une valeur seuil prédéterminée.

[0016] Un procédé selon l'invention présente la particularité de s'appuyer sur un élément déjà présent dans le véhicule, à savoir le capteur de concentration d'oxydes d'azote en sortie de catalyseur, pour ajuster le chauffage dudit catalyseur à la suite d'un démarrage à froid du véhicule, de sorte que ledit catalyseur ne soit plus chauffé une fois qu'il a atteint sa température d'amorçage. En effet, dans la plupart des procédés actuels, il n'existe aucune information tangible signalant que le catalyseur a atteint sa température d'amorçage et qu'il n'est donc plus utile de le chauffer. Ce capteur permet de déterminer avec certitude et fiabilité, le moment où le catalyseur a réellement atteint sa température d'amorçage, par le biais de la détermination d'un paramètre qui est représentatif de la quantité de particules d'oxyde d'azote subsistant à la sortie du catalyseur. En effet, dès que ce paramètre, qui évolue dans le sens de la diminution à partir du démarrage du moteur, diminue suffisamment jusqu'à atteindre une valeur seuil prédéterminée, on peut alors conclure que le catalyseur vient d'être amorcé. La sonde, bien que servant d'élément de base à un procédé selon l'invention dont le but est de chauffer au plus juste le catalyseur afin qu'il soit opérationnel, conserve toutefois sa fonction originale de mesure du niveau de pollu-

tion engendré par le véhicule. Un procédé selon l'invention est piloté par un ordinateur embarqué possédant un logiciel dont la donnée d'entrée principale est la concentration d'oxyde d'azote mesurée par le capteur de concentration d'oxydes d'azote à la sortie du catalyseur. A partir de cette concentration d'oxydes d'azote mesurée par le capteur, le logiciel calcule un paramètre spécifique, représentatif de la quantité de particules d'oxydes d'azote subsistant à la sortie du catalyseur, qui est comparé à une valeur seuil prédéterminée qui a été préalablement entrée dans ledit logiciel, ladite valeur seuil étant fonction du paramètre spécifique considéré. Dès que cette valeur seuil est atteinte, l'ordinateur ordonne un arrêt immédiat du chauffage du catalyseur. Le catalyseur peut, par exemple dans le cas d'un moteur à allumage commandé, être un catalyseur trois voies. Préférentiellement, un filtre à particules est adjoint au catalyseur pour limiter encore plus l'émission dans l'atmosphère de particules fines produites par le moteur du véhicule.

[0017] Selon une caractéristique possible de l'invention, en variante, le paramètre spécifique est une concentration d'oxydes d'azote directement déterminée par le capteur.

[0018] Selon une caractéristique possible de l'invention, le paramètre spécifique est un débit massique d'oxydes d'azote à la sortie du catalyseur correspondant au produit de la concentration d'oxydes d'azote et du débit des gaz d'échappement à la sortie du catalyseur.

[0019] Selon une caractéristique possible de l'invention, dans une autre variante, le paramètre spécifique est un niveau d'efficacité de post-traitement des oxydes d'azote par le catalyseur, calculé comme le rapport entre la concentration d'oxydes d'azote à la sortie du catalyseur et la concentration d'oxydes d'azote à l'entrée du catalyseur. Il s'agit ici en d'autres termes de la proportion des oxydes d'azote émis par le moteur qui ne sont pas traités par le catalyseur.

[0020] Selon une caractéristique possible de l'invention, la concentration d'oxydes d'azote à l'entrée du catalyseur est mesurée par un capteur amont de concentration d'oxydes d'azote, ledit capteur amont étant placé sur la ligne d'échappement entre le moteur et le catalyseur.

[0021] Selon une caractéristique possible de l'invention, en variante, la concentration d'oxydes d'azote à l'entrée du catalyseur correspondant à la concentration d'oxydes d'azote à la sortie du moteur est déterminée à partir d'un modèle donnant cette concentration en fonction du point de fonctionnement du moteur, ledit modèle étant calibré à l'avance au moyen d'essais au banc.

[0022] Selon une caractéristique possible de l'invention, le point de fonctionnement du moteur dépend d'un ensemble de paramètres comprenant au moins le régime du moteur, le couple du moteur, et la température d'eau (i.e. liquide de refroidissement).

[0023] Selon une caractéristique possible de l'invention, le chauffage du catalyseur est réalisé à partir d'une technique à choisir parmi une dégradation du rendement

de combustion avec modification de la valeur de l'avance à l'allumage, et un chauffage électrique qui peut être couplé avec de l'injection d'air à l'échappement. Ces techniques de chauffage sont analogues à celles déjà existantes.

[0024] Selon une caractéristique possible de l'invention, le catalyseur est un catalyseur trois voies.

[0025] Un procédé d'optimisation selon l'invention permet de chauffer au plus juste un catalyseur de dépollution après un démarrage à froid d'un véhicule, en s'appuyant sur un élément déjà présent dans ledit véhicule, à savoir le capteur de concentration d'oxyde d'azote à la sortie du catalyseur. Il ne nécessite donc pas l'insertion d'un matériel rapporté, qui est une source de coût, d'encombrement et de poids supplémentaires. Il a de plus l'avantage de proposer une méthode réaliste et fiable permettant de savoir à partir de quel instant précis le catalyseur a atteint sa température d'amorçage, pour éviter de continuer de chauffer inutilement ledit catalyseur.

[0026] On donne ci-après une description détaillée d'un mode de réalisation préféré d'un procédé d'optimisation selon l'invention, en se référant aux figures suivantes :

[Fig. 1] La figure 1 est une vue schématique d'un groupe motopropulseur d'un véhicule dans lequel est apte à se dérouler un procédé d'optimisation selon l'invention.

[Fig. 2a] La figure 2a est un diagramme montrant un exemple de variation de la quantité de particules d'oxyde d'azote en fonction du temps après un démarrage à froid, avant et après l'amorçage du catalyseur,

[Fig. 2b] La figure 2b est un diagramme montrant un exemple de variation de la vitesse du véhicule en fonction du temps permettant d'obtenir le diagramme de la figure 2a.

[0027] Un procédé d'optimisation du chauffage d'un catalyseur selon l'invention est particulièrement adapté à un véhicule équipé d'un moteur à allumage commandé.

[0028] En se référant à la figure 1, un exemple d'un groupe motopropulseur 1 d'un tel véhicule, comprend schématiquement un moteur à combustion interne, par exemple un moteur à essence 2, une ligne 3 d'admission 3 d'air destinée à alimenter en air ledit moteur 2, et une ligne d'échappement 4 destinée à évacuer des gaz d'échappement en provenance de ce moteur 2. La ligne d'admission 3 d'air est matérialisée par un conduit 5 comprenant une entrée d'air 6, suivi d'un filtre à air 7 et débouchant dans un compresseur 8 de turbocompresseur. Le conduit 5 se prolonge pour relier ledit compresseur 8 à un collecteur d'admission 9 en passant par un boîtier papillon 10, ledit collecteur d'admission 9 distribuant l'air dans des chambres 11 de combustion dudit moteur 2. Un collecteur d'échappement 12 permet d'évacuer les

gaz d'échappement en provenance des chambres 11 de combustion du moteur 2, vers la ligne d'échappement 4. Le collecteur d'échappement 12 débouche dans une turbine 13 du turbocompresseur qui est couplée au compresseur 8 par un arbre commun, et la ligne d'échappement 4 se prolonge au-delà de ladite turbine 13 jusqu'à une sortie 14, en passant par un dispositif de dépollution 15 comprenant un catalyseur 16 trois voies suivi d'un filtre à particules 17. Le catalyseur 16 trois voies est inséré entre la turbine 13 et le filtre à particules 17. Un capteur 18 de concentration d'oxydes d'azote est placée en aval du filtre à particules 17 et en amont de la sortie 14 de la ligne d'échappement 4. Le capteur 18 permet de mesurer la concentration d'oxydes d'azote NOx à la sortie du dispositif de dépollution 15 après que le catalyseur 16 a .

[0029] En se référant aux figures 2a et 2b, le catalyseur 16 est efficace lorsqu'il est à sa température d'amorçage, qu'il atteint plusieurs dizaines de secondes après un démarrage à froid. En effet, à la suite d'un démarrage à froid du moteur correspondant au temps Os sur les diagrammes, durant environ les 50 secondes suivantes, la quantité d'oxydes d'azote émise par le moteur 2 et matérialisée par la courbe 19, est équivalente à la quantité d'oxydes d'azote déterminée à la sortie du catalyseur 16 et matérialisée par la courbe 20. Par « quantité », on entend sur l'exemple de la figure 2a un débit massique. Ces résultats tendent à prouver que sur les 50 premières secondes de cette première phase, le catalyseur 16 n'a pas atteint sa température d'amorçage, car il ne traite quasiment pas les oxydes d'azote provenant du moteur. En revanche, dans une deuxième phase prolongeant cette première phase, la quantité d'oxydes d'azote à la sortie du catalyseur 16 tend vers 0 comme l'illustre la courbe 20 correspondante, alors que la courbe 19 matérialisant la quantité d'oxydes d'azote à la sortie de moteur 2 et en amont du catalyseur 16, montre des pics réguliers correspondant à des émissions élevées de particules d'oxyde d'azote quand la vitesse du véhicule augmente (cf figure 2b). Durant cette deuxième phase, le catalyseur 16 se montre efficace vis-à-vis des particules d'oxyde d'azote puisqu'il n'en laisse passer quasiment aucune, laissant supposer qu'il a atteint sa température d'amorçage au début de cette deuxième phase.

[0030] Actuellement, Il arrive bien souvent que l'instant à partir duquel le catalyseur 16 a été amorcé ne soit pas connu avec précision, et que le catalyseur 16 continue d'être chauffé alors qu'il a déjà atteint sa température d'amorçage. Or, une telle situation peut engendrer certains inconvénients tels que par exemple une usure prématurée du catalyseur 16 qui risque de ne plus pouvoir assurer efficacement son rôle de traitement des oxydes d'azote.

[0031] Un procédé d'optimisation selon l'invention permet de connaître avec précision le moment où un catalyseur 16 en phase de chauffage après un démarrage à froid du véhicule, a atteint sa température d'amorçage, signifiant qu'il faut interrompre ce chauffage instantané-

ment.

[0032] Un procédé selon l'invention, permettant d'optimiser le chauffage du catalyseur 16 après un démarrage à froid du véhicule comprend les étapes suivantes :

- une étape de chauffage du catalyseur 16,
- une étape de mesure de la concentration d'oxydes d'azote par le capteur 18 à la sortie du catalyseur 16 dès le démarrage dudit véhicule,
- une étape de détermination d'un paramètre spécifique représentatif de la quantité de particules d'oxydes d'azote à la sortie du catalyseur, qui est fonction de la mesure du capteur 18,
- une étape d'arrêt du chauffage du catalyseur 16 dès que ledit paramètre a atteint une valeur seuil prédéterminée.

[0033] L'étape de chauffage du catalyseur 16 débute juste après un démarrage à froid du véhicule. Cette étape est réalisée à partir d'une technique à choisir parmi une dégradation du rendement de combustion avec modification de la valeur de l'avance à l'allumage, et un chauffage électrique qui peut être couplé avec de l'injection d'air à l'échappement. Ces techniques de chauffage sont analogues à celles déjà existantes.

[0034] L'étape de mesure de la concentration d'oxydes d'azote par le capteur 18 à la sortie du catalyseur 16 dès le démarrage dudit véhicule, est réalisée sans apporter le moindre aménagement audit capteur 18 et audit catalyseur 16. Un procédé selon l'invention s'appuie sur la présence du capteur 18 de concentration d'oxydes d'azote déjà présent dans le véhicule, pour connaître l'état d'amorçage du catalyseur 16.

[0035] Le paramètre spécifique peut revêtir différentes formes, et peut par exemple correspondre :

- à un niveau absolu d'émission de particules d'oxyde d'azote en sortie de catalyseur 16, c'est-à-dire, à un débit massique (exprimé par exemple en mg/s), qui est égal au produit du débit des gaz d'échappement et de la concentration d'oxydes d'azote mesurée par le capteur 18.
- à la concentration (mesurée en ppm) d'oxydes d'azote directement déterminée par le capteur 18.
- un niveau d'efficacité de post-traitement des oxydes d'azote correspondant au calcul du rapport entre la concentration d'oxydes d'azote à la sortie du catalyseur 16, divisée par la concentration d'oxydes d'azote à l'entrée du catalyseur 16. Selon une variante de réalisation de l'invention, la concentration d'oxydes d'azote à l'entrée du catalyseur 16 correspond à la concentration d'oxydes d'azote à la sortie du moteur 2, et elle est mesurée par un capteur de concentration d'oxydes d'azote amont, ledit capteur amont étant placé sur la ligne d'échappement entre le moteur 2 et le catalyseur 16. Selon une autre variante de réalisation de l'invention, la concentration d'oxydes d'azote à l'entrée du catalyseur, corres-

pondant à la concentration d'oxydes d'azote à la sortie du moteur 2 est déterminée à partir d'un modèle donnant cette concentration en fonction du point de fonctionnement du moteur 2, ledit modèle étant calibré à l'avance au moyen d'essais au banc. Le point de fonctionnement du moteur 2 dépend d'un ensemble de paramètres comprenant au moins le régime du moteur, le couple du moteur et la température d'eau.

[0036] En fonction du paramètre spécifique considéré, une valeur seuil est prédéterminée, à partir de laquelle il peut être estimé que le catalyseur 16 a été amorcé. Dès que ledit paramètre spécifique a atteint cette valeur seuil, le chauffage du catalyseur cesse instantanément pour ne plus chauffer inutilement ledit catalyseur 16.

[0037] Un procédé selon l'invention est géré par un ordinateur embarqué possédant un logiciel dont la donnée d'entrée est la concentration d'oxydes d'azote mesurée par le capteur 18. A partir de cette concentration d'oxydes d'azote mesurée par le capteur 18, le logiciel calcule le paramètre spécifique considéré, qui est comparé à une valeur seuil prédéterminée qui a été préalablement entrée dans ledit logiciel, et qui correspond au paramètre spécifique considéré. Dès que cette valeur seuil est atteinte, l'ordinateur ordonne un arrêt immédiat du chauffage du catalyseur 16.

Revendications

1. Procédé d'optimisation du chauffage d'un catalyseur (16) de dépollution des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne (2) après un démarrage à froid d'un véhicule comprenant ledit moteur (2), ledit véhicule comportant une ligne d'échappement (4) doté dudit catalyseur (16) et d'un capteur (18) de concentration d'oxydes d'azote à la sortie dudit catalyseur (16), **caractérisé en ce que** ledit procédé comprend les étapes suivantes :

- une étape de chauffage du catalyseur (16),
- une étape de mesure de la concentration d'oxydes d'azote par le capteur (18) à la sortie du catalyseur (16) dès le démarrage dudit véhicule,
- une étape de détermination d'un paramètre spécifique représentatif de la quantité de particules d'oxydes d'azote à la sortie du catalyseur, qui est fonction de la mesure du capteur (18),
- une étape d'arrêt du chauffage du catalyseur (16) dès que ledit paramètre spécifique a atteint une valeur seuil prédéterminée.

2. Procédé d'optimisation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le paramètre spécifique est une concentration d'oxydes d'azote directement déterminée par le capteur (18).

3. Procédé d'optimisation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le paramètre spécifique est un débit massique d'oxydes d'azote à la sortie du catalyseur (16), correspondant au produit de la concentration d'oxydes d'azote et du débit des gaz d'échappement à la sortie du catalyseur (16). 5

4. Procédé d'optimisation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le paramètre spécifique est un niveau d'efficacité de post-traitement des oxydes d'azote par le catalyseur (16), calculé comme le rapport entre la concentration d'oxydes d'azote à la sortie du catalyseur et la concentration d'oxydes d'azote à l'entrée du catalyseur. 10
15

5. Procédé d'optimisation selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la concentration d'oxydes d'azote à l'entrée du catalyseur (16) est mesurée par un capteur amont de concentration d'oxydes d'azote, ledit capteur amont étant placé sur la ligne d'échappement (4) entre le moteur (2) et le catalyseur (16). 20

6. Procédé d'optimisation selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la concentration d'oxydes d'azote à l'entrée du catalyseur (16), correspondant à la concentration d'oxydes d'azote à la sortie de moteur (2) est déterminée à partir d'un modèle donnant cette concentration en fonction du point de fonctionnement du moteur (2), ledit modèle étant calibré à l'avance au moyen d'essais au banc. 25
30

7. Procédé d'optimisation selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le point de fonctionnement du moteur (2) dépend d'un ensemble de paramètres comprenant au moins le régime du moteur, le couple du moteur, et la température d'eau. 35

8. Procédé d'optimisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le chauffage du catalyseur (16) est réalisé à partir d'une technique à choisir parmi une dégradation du rendement de combustion avec modification de la valeur de l'avance à l'allumage, et un chauffage électrique qui peut être couplé avec de l'injection d'air à l'échappement. 40
45

9. Procédé d'optimisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le catalyseur (16) est un catalyseur trois voies. 50

55

[Fig. 1]

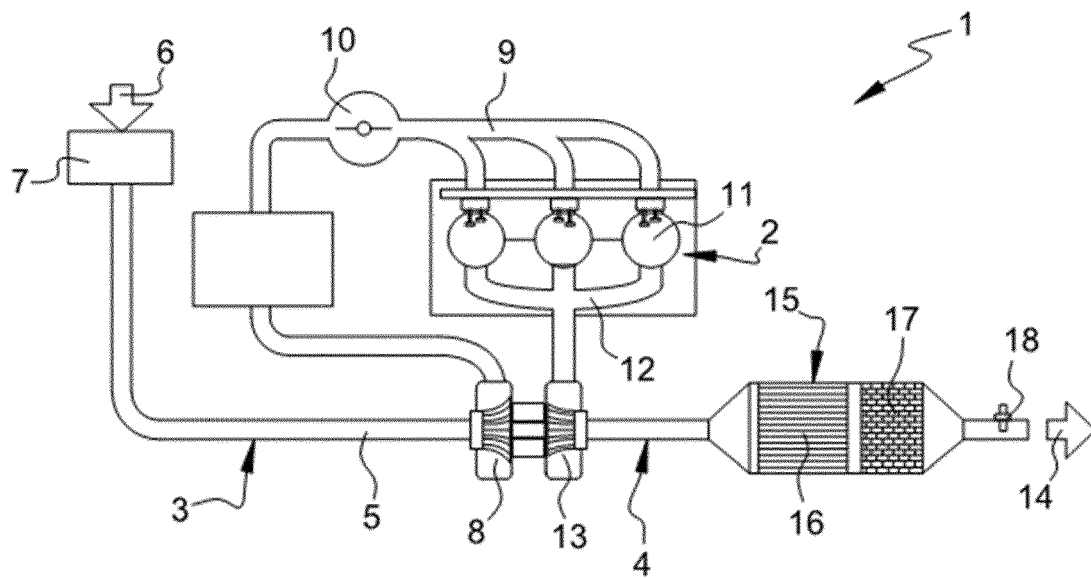


Fig. 1

[Fig. 2a]

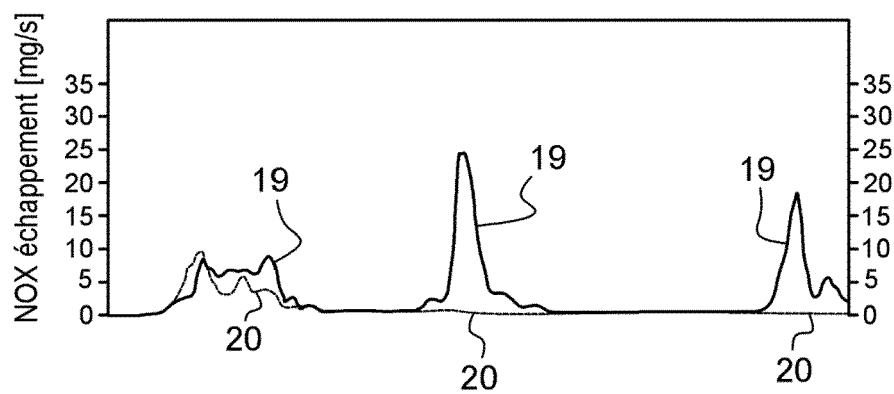


Fig. 2a

[Fig. 2b]

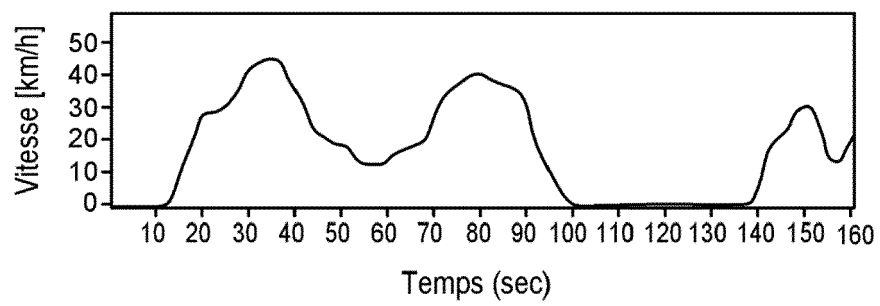


Fig. 2b



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 18 4055

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	CN 108 590 827 A (GUANGXI YUCHAI MACHINERY CO LTD) 28 septembre 2018 (2018-09-28) * le document en entier *	1-9	INV. F01N3/10 F01N3/021 F01N3/20 F01N9/00 F01N3/22
A,D	FR 3 075 260 A1 (PSA AUTOMOBILES SA [FR]) 21 juin 2019 (2019-06-21) * page 3, ligne 11 - page 4, ligne 7; figures 1,2 *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F01N
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		8 novembre 2023	Zebst, Marc
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date 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			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.****EP 23 18 4055**

5

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

08-11-2023

10

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 108590827 A	28-09-2018	AUCUN	
FR 3075260 A1	21-06-2019	AUCUN	

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0639708 B1 [0005]
- FR 3075260 A1 [0010]
- FR 3081918 A1 [0012]