

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 087 500**

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

②① N° d'enregistrement national : **18 59657**

⑤① Int Cl⁸ : **F 02 M 25/025 (2018.01), F 02 D 41/00**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **SYSTEME D'INJECTION D'UNE SOLUTION AQUEUSE DANS UN MOTEUR A COMBUSTION.**

②② **Date de dépôt** : 18.10.18.

③⑦ **Priorité** :

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 24.04.20 Bulletin 20/17.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 22.01.21 Bulletin 21/03.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦① **Demandeur(s)** : *PLASTIC OMNIUM ADVANCED INNOVATION AND RESEARCH — BE.*

⑦② **Inventeur(s)** : LEONARD STEPHANE.

⑦③ **Titulaire(s)** : *PLASTIC OMNIUM ADVANCED INNOVATION AND RESEARCH.*

⑦④ **Mandataire(s)** : LLR.

FR 3 087 500 - B1



Système d'injection d'une solution aqueuse dans un moteur à combustion

L'invention concerne un système d'injection d'une solution aqueuse dans un moteur à combustion pour véhicule automobile et un procédé d'injection d'une solution aqueuse dans un moteur à combustion pour véhicule automobile.

5 Plus particulièrement, l'invention concerne un système d'injection d'une solution aqueuse dans un moteur à combustion pour véhicule automobile comprenant un moyen de déminéralisation de la solution aqueuse.

L'invention peut être utilisée notamment à bord des véhicules automobiles comprenant un moteur à combustion, plus particulièrement à bord des
10 véhicules automobile comprenant un moteur essence turbocompressé à injection directe.

Il est connu d'injecter de l'eau dans le circuit d'admission d'air du moteur. En se mélangeant au gaz d'admission, l'eau injectée permet de réduire les températures de combustion et les émissions de polluants appelés NOx, et
15 d'augmenter les performances, par exemple, d'un moteur essence en diminuant la sensibilité au cliquetis. Un tel système d'injection est décrit dans le document de brevet FR2801076A1.

Cependant, pour assurer le bon fonctionnement d'un système d'injection traditionnel, il est connu de remplir le réservoir de stockage avec de
20 l'eau déminéralisée afin de ne pas boucher le circuit d'injection avec du tartre. Cette solution est contraignante. En effet, l'utilisateur d'un véhicule automobile équipé d'un tel système d'injection doit prendre avec lui des bidons d'eau déminéralisée quand il part en voyage car il faut prévoir environ 3 litres d'eau déminéralisée pour 1000 kilomètres parcourus. Certes, on peut acheter de l'eau
25 déminéralisée dans les stations-service, mais l'utilisateur n'en trouvera pas dans toutes les stations-service.

Le document de brevet WO2017137100A1 prétend palier l'inconvénient précité en proposant un système d'injection d'eau dans un moteur à combustion comprenant un moyen de déminéralisation de l'eau du robinet situé
30 entre le réservoir et au moins un injecteur. Certes, cette proposition est séduisante mais en pratique l'eau injectée dans le circuit d'admission du moteur doit présenter

une conductivité électrique inférieure ou égale à 50 microsiemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) à 20 degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$), voire – pour certains constructeurs automobiles – inférieure ou égale à 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20° C, or la conductivité électrique de l'eau du robinet peut facilement atteindre 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20° C et rarement descendre au-

5 dessous de 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En pratique, quand une cartouche du type à résine échangeuse d'ions constitue le moyen de déminéralisation et qu'on veut réduire la taille de la cartouche au strict minimum pour une application automobile, l'eau qui traverse la cartouche doit la traverser lentement, autrement dit, avec un faible débit, afin de laisser le temps à la résine d'amener la conductivité électrique de

10 l'eau du robinet à 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C, voire à 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C. Ceci n'est pas satisfaisant car le débit d'eau pour une injection d'eau dans un moteur à combustion doit pouvoir atteindre 80 kg par heure. La solution qui consisterait à augmenter le débit d'eau dans la cartouche pour traverser rapidement la cartouche n'est pas plus satisfaisante car elle ne permettrait pas d'amener la conductivité

15 électrique de l'eau du robinet à 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C, voire à 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C sauf à augmenter considérablement la taille de la cartouche. Par l'expression « résine échangeuse d'ions », on entend désigner une résine du type cationique ou anionique ou un mélange de ces deux types de résines, préférentiellement un mélange de résine cationique et anionique ayant une capacité d'échange

20 supérieure à 330 mEq où mEq représente la quantité en milligrammes d'un soluté égal à 1/1000 de son poids équivalent en grammes en tenant compte de la valence des ions.

L'invention a notamment pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur. A cet effet, l'invention a pour objet un système d'injection d'une

25 solution aqueuse dans un moteur à combustion pour véhicule automobile comprenant un réservoir d'une solution aqueuse, un moyen d'injection de la solution aqueuse dans un circuit de filtration connectant le réservoir à au moins un injecteur du moteur à combustion. Selon l'invention, le système d'injection comprend en outre un moyen de recirculation de la solution aqueuse dans le circuit

30 de filtration et un dispositif de caractérisation de la solution aqueuse permettant, en fonction d'au moins une caractéristique de la solution aqueuse, d'injecter la solution aqueuse dans le moteur ou de faire recirculer la solution aqueuse dans le circuit de filtration.

Grâce à l'invention, l'utilisateur du véhicule est libre de remplir le réservoir avec de l'eau du robinet ou avec de l'eau déminéralisée du commerce. Dans tous les cas, le système d'injection selon l'invention empêche le circuit d'injection d'être entartré et assure une injection, au plus tôt, de l'eau déminéralisée dans le moteur. En effet, tant que l'eau qui sort du circuit de filtration ne présente pas des caractéristiques conformes à des caractéristiques attendues, l'eau est renvoyée dans le circuit de filtration pour traitement supplémentaire. Dès que l'eau qui sort du circuit de filtration présente des caractéristiques conformes à des caractéristiques attendues, l'eau est injectée dans le moteur par l'admission d'air du moteur.

Par l'expression « solution aqueuse », on entend désigner de l'eau ayant des caractéristiques (ou propriétés) physico-chimiques quelconques.

Par l'expression « eau déminéralisée du commerce », on entend désigner de l'eau ayant une conductivité électrique comprise entre 50 et 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C, par exemple de l'eau ayant une conductivité électrique égale à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C.

Par l'expression « eau déminéralisée », on entend désigner de l'eau ayant une conductivité électrique inférieure ou égale à 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20° C.

Par l'expression « au plus tôt », on entend désigner de l'eau déminéralisée qui ne fait aucun détour ni aucune pause entre la sortie du réservoir et l'admission du moteur.

Selon des caractéristiques additionnelles de l'invention :

- le dispositif de caractérisation comprend au moins un capteur de qualité apte à mesurer une caractéristique représentative de la qualité de la solution aqueuse. On appelle ici capteur de qualité de l'eau un capteur apte à mesurer une caractéristique (ou propriété) physico-chimique de l'eau donnant une information représentative de la concentration en ions de l'eau.

- le capteur de qualité est un capteur de conductivité électrique apte à mesurer la conductivité électrique de la solution aqueuse. Alternativement, le

capteur de qualité est un capteur de résistivité électrique, un capteur d'impédance, un capteur de dureté, un capteur de densité, un capteur de turbidité, une sonde pH ou tout autre capteur apte à mesurer une propriété physico-chimique de la solution aqueuse caractéristique de la nature déminéralisée ou pas de la solution aqueuse.

5

- le capteur de qualité mesure une caractéristique de la solution aqueuse à une sortie du circuit de filtration et/ou dans le réservoir.

- le circuit de filtration est un circuit de filtration par adoucisseur.

- le circuit de filtration comprend un moyen de déminéralisation de la solution aqueuse.

10

- le moyen de déminéralisation de la solution aqueuse comprend une résine échangeuse d'ions.

15

- le moyen d'injection de la solution aqueuse comprend une pompe et un canal d'injection de la solution aqueuse à au moins un injecteur du moteur à combustion. Le moyen de recirculation de la solution aqueuse comprend une pompe et un conduit de renvoi de la solution aqueuse dans le réservoir. De préférence la pompe du moyen d'injection est aussi la pompe du moyen de recirculation.

20

- le système d'injection selon l'invention comprend en outre une vanne comprenant une voie d'entrée connectée à la sortie du circuit de filtration, une première voie de sortie connectée au conduit de renvoi et une deuxième voie de sortie connectée au canal d'injection.

25

- la vanne comprend un mécanisme d'ouverture/fermeture sélective de la première voie de sortie et de la deuxième voie de sortie, ledit mécanisme étant commandé par une unité de contrôle électronique (ECU) apte, d'une part, à fermer la première voie de sortie et à ouvrir la deuxième voie de sortie quand la caractéristique représentative de la qualité de la solution aqueuse mesurée par le capteur de qualité est dans une plage de valeurs de référence et, d'autre part, à ouvrir la première voie de sortie et à fermer la deuxième voie de sortie de la vanne

quand la caractéristique représentative de la qualité de la solution aqueuse mesurée par le capteur de qualité est en dehors d'une plage de valeurs de référence.

5 - le système d'injection selon l'invention comprend un réservoir d'une solution aqueuse, un circuit de filtration de la solution aqueuse comprenant une entrée de fluide et une sortie de fluide, le réservoir étant en communication de fluide avec le circuit de filtration à travers une pompe située entre une sortie du réservoir et l'entrée du circuit de filtration, un conduit de renvoi de la solution aqueuse dans le réservoir comprenant une entrée de fluide et une sortie de fluide, 10 la sortie de fluide du conduit de renvoi étant en communication de fluide avec une entrée du réservoir, un canal d'injection de la solution aqueuse comprenant une entrée de fluide et une sortie de fluide, la sortie de fluide du canal d'injection d'eau étant en communication de fluide avec au moins un injecteur du moteur à combustion, le système comprend en outre un capteur de qualité de la solution 15 aqueuse à la sortie du circuit de filtration, une vanne comprenant une voie d'entrée, une première voie de sortie et une deuxième voie de sortie, telle que la sortie du circuit de filtration est connectée de manière étanche à la première voie d'entrée de la vanne, et telle que l'entrée du conduit de renvoi est connectée de manière étanche à la première voie de sortie de la vanne et telle que l'entrée du canal 20 d'injection est connecté de manière étanche à la deuxième voie de sortie de la vanne, la vanne comprend en outre un mécanisme d'ouverture/fermeture sélective de la première voie de sortie et de la deuxième voie de sortie de la vanne, ledit mécanisme est commandé par une unité de contrôle électronique (ECU) apte, d'une part, à fermer la première voie de sortie et à ouvrir la deuxième voie de sortie 25 de la vanne quand une valeur caractéristique de la qualité de la solution aqueuse mesurée par le capteur de qualité à la sortie du circuit de filtration est dans une plage de valeurs de référence et, d'autre part, à ouvrir la première voie de sortie et à fermer la deuxième voie de sortie de la vanne quand la valeur caractéristique de la qualité de la solution aqueuse mesurée par le capteur de qualité à la sortie du 30 circuit de filtration est en dehors d'une plage de valeurs de référence.

- la vanne est une électrovanne et le mécanisme d'ouverture/fermeture sélective est un servomoteur électrique.

5 - le système comprend un capteur de qualité dans le réservoir. Ce capteur permet, outre la mesure de la conductivité électrique, de vérifier que le produit qui est stocké dans le réservoir est bien une solution aqueuse et pas un autre produit comme par exemple une solution d'urée ou du carburant. Si tel était le cas, l'unité de contrôle électronique (ECU) en serait informée et empêcherait ce produit d'être injecté dans le moteur.

10 - le moyen de déminéralisation est un filtre de déminéralisation de la solution aqueuse. Avantageusement, le filtre de déminéralisation est une cartouche amovible, de cette façon, on facilite la maintenance et le remplacement du filtre.

15 - le circuit de filtration comprend un moyen de chauffage apte à chauffer la solution aqueuse. Ceci est particulièrement avantageux en hiver, quand il faut dégeler la solution aqueuse. Préférentiellement, le moyen de chauffage est choisi parmi un moyen de chauffage électrique et/ou un moyen de chauffage comportant un fluide caloporteur tel qu'un liquide de refroidissement du moteur ou un gaz d'échappement en provenance du moteur.

On prévoit aussi selon l'invention un procédé d'injection d'une solution aqueuse dans un moteur à combustion pour véhicule automobile comprenant les étapes successives suivantes :

- 20
- a) Pomper la solution aqueuse contenue dans un réservoir,
 - b) Envoyer ladite solution aqueuse pompée dans un circuit de filtration comprenant un moyen de déminéralisation,
 - c) Mesurer au moins une valeur d'une caractéristique de la solution aqueuse à la sortie du circuit de filtration,
- 25
- d) Renvoyer la solution aqueuse dans le réservoir et reprendre le procédé à l'étape a) si la valeur mesurée à l'étape c) est en dehors d'une plage de valeurs de référence, sinon aller à l'étape e),
 - e) Injecter la solution aqueuse dans le moteur ou mesurer au moins une valeur d'une caractéristique de la solution aqueuse dans le réservoir,

f) Reprendre le procédé à l'étape a) si la valeur mesurée à l'étape e) est en dehors d'une plage de valeurs de référence, sinon arrêter le procédé.

Ainsi, le procédé d'injection selon l'invention permet de protéger les injecteurs du moteur contre le tartre tout en optimisant l'utilisation du moyen de déminéralisation par l'injection « au plus tôt » de la solution aqueuse dans le moteur.

On va maintenant décrire, à titre d'exemples non limitatifs, différents modes de réalisation de l'invention à l'aide des figures suivantes :

- la figure 1 est une vue schématique d'un système d'injection illustrant un moyen de déminéralisation dans un canal d'injection,

- la figure 2 illustre par un graphique la variation de la conductivité électrique de l'eau du robinet dans un système « simple passe ».

- la figure 3 illustre par un graphique la variation de la conductivité électrique de l'eau déminéralisée du commerce dans un système « simple passe ».

- la figure 4 est une vue schématique d'un système d'injection illustrant un moyen de déminéralisation dans un conduit de renvoi.

- la figure 5 illustre par un graphique la variation de la conductivité électrique de l'eau du robinet dans un système « multipasse ».

- la figure 6 illustre par un graphique la variation de la conductivité électrique de l'eau déminéralisée du commerce dans un système « multipasse ».

- la figure 7 est une vue schématique d'un système d'injection selon l'invention revendiquée.

La figure 1 est une représentation schématique d'un système d'injection d'eau dans un moteur à combustion pour véhicule automobile. Ce système qu'on appellera « simple passe » comprend un réservoir d'eau 10 muni d'une tubulure de remplissage 11 du réservoir, une pompe 12 pour pomper l'eau

stockée dans le réservoir et l'envoyer à l'entrée d'un circuit de filtration 14, un canal d'injection 16 d'eau à la sortie du circuit de filtration 14, un premier capteur de qualité 13 pour mesurer la qualité de l'eau dans le réservoir et un deuxième capteur de qualité 17 pour mesurer la qualité de l'eau à la sortie du circuit de filtration 14.

5 La qualité de l'eau peut être caractérisée par différentes caractéristiques de l'eau, aussi appelées propriétés physico-chimiques de l'eau. Parmi ces caractéristiques, on peut citer la conductivité électrique, la résistivité électrique, l'impédance, la dureté, la densité, la turbidité ou le pH. Dans la suite des exemples, la caractéristique retenue est la conductivité électrique de l'eau.

10 Dans le système d'injection de la figure 1, un filtre 15 de déminéralisation de l'eau est placé dans le circuit de filtration 14 afin de déminéraliser l'eau du réservoir avant de l'envoyer à l'admission du moteur (non représenté). Le filtre 15 est un filtre à cartouche du type à résines échangeuses d'ions. Le premier capteur de qualité 13 indique la conductivité électrique de l'eau stockée dans le réservoir 10. Le deuxième capteur de qualité 17 indique la
15 conductivité électrique de l'eau à la sortie du circuit de filtration 14.

 L'eau déminéralisée qui entre dans le circuit d'admission du moteur doit présenter une conductivité électrique inférieure ou égale à une valeur de référence, typiquement, $15 \mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C . Ainsi, tant que la conductivité électrique
20 de l'eau est inférieure ou égale à la valeur de référence, l'eau qui sort du circuit de filtration 14 est injectée dans le moteur, via le canal d'injection 16. Dès que la conductivité électrique mesurée par le capteur de qualité 17 est supérieure à la valeur de référence, une unité de contrôle électronique (ECU) commande l'arrêt
25 de la pompe 12 ainsi que la fermeture d'une vanne deux voies 18 située à la sortie d'un canal d'injection 16, entre le canal d'injection 16 et un injecteur du moteur à combustion. En pratique, la vanne 18 est une électrovanne associée à un injecteur pour former un injecteur électrique à électrovanne.

 L'eau du robinet présente généralement une conductivité électrique supérieure à $700 \mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C tandis que l'eau déminéralisée qu'on trouve dans
30 le commerce présente une conductivité électrique inférieure à $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C . Ainsi, selon que le réservoir 10 est rempli avec de l'eau du robinet ou avec de l'eau

déminéralisée du commerce, la durée de vie du filtre de déminéralisation 15 varie.

La figure 2 illustre par un graphique la variation, dans un système « simple passe », de la conductivité électrique de l'eau du robinet en fonction de la quantité d'eau traitée par le filtre de déminéralisation 15 pour un volume donné d'eau dans le réservoir, un débit donné d'eau à travers la pompe 12 et un filtre 15
5 donné. Dans ce premier test en laboratoire, la conductivité électrique initiale de l'eau est de 708 $\mu\text{S}/\text{cm}$, le volume d'eau dans le réservoir est de 20 litres, le débit d'eau à travers le filtre 15 de déminéralisation est de 80 kg par heure. On constate que la conductivité électrique baisse rapidement de 708 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 426 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dès
10 le traitement de 2,7 kg d'eau par le filtre 15. « Rapidement » veut dire ici en deux minutes ou moins. Toutefois, la conductivité électrique de l'eau ne baisse pas assez pour atteindre la valeur de référence de 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C. En effet, la valeur de la conductivité électrique la plus faible atteinte ici est de 304 $\mu\text{S}/\text{cm}$ après
15 traitement de 10,7 kg d'eau, cette conductivité électrique est encore trop élevée pour autoriser l'injection de l'eau dans un moteur à combustion. Par conséquent, un système « simple passe » tel que celui décrit dans le document de brevet WO2017137100A1 ne permet pas, en pratique, de déminéraliser l'eau du robinet pour être injectée dans un moteur. « En pratique » veut dire ici avec un volume de
résine échangeuse d'ions raisonnable, par exemple 1 à 2 dm^3 , pour un débit
20 d'injection d'eau dans le moteur devant pouvoir atteindre 80 kg d'eau par heure.

La figure 3 illustre par un graphique la variation, dans un système « simple passe », de la conductivité électrique de l'eau déminéralisée du commerce mesurée en fonction du temps, pour un volume donnée d'eau dans le réservoir 10, un débit donné d'eau à travers la pompe 12 et un filtre 15 donné.
25 Dans ce deuxième test en laboratoire, on se place dans les mêmes conditions opératoires que le premier test (voir figure 2), il n'y a que la conductivité électrique initiale de l'eau qui change, elle est ici de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La courbe qui relie les nombreux points représente l'évolution de la conductivité électrique de l'eau à la sortie du filtre 15 en fonction du temps. On constate que la conductivité électrique
30 est amenée sans délai de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à moins de 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la sortie du filtre 15. Par l'expression « sans délai », on entend désigner un traitement de déminéralisation de l'eau qui permet d'atteindre instantanément, ou quasiment

instantanément, la valeur de référence sans traitement supplémentaire. La droite qui passe par l'origine représente la quantité d'eau traitée mesurée en fonction du temps. On constate que la conductivité électrique de l'eau dépasse et reste supérieure à la valeur de référence de 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ après traitement de 170 kg d'eau.

5 Par conséquent, un système « simple passe » permet, d'une part, de traiter sans délai de l'eau déminéralisée du commerce afin de l'injecter au plus tôt dans un moteur et, d'autre part, de traiter une quantité satisfaisante d'eau avant épuisement du filtre. Par l'expression « épuisement du filtre », on entend désigner le fait qu'un filtre, chargé de maintenir une propriété physico-chimique d'une
10 solution aqueuse dans une plage de valeurs de référence, n'est plus capable de remplir sa charge. Dans l'exemple précédent, l'épuisement du filtre est constaté par le fait que la conductivité électrique de l'eau dépasse et reste supérieure à la valeur de référence de 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C après le passage de 170 kg d'eau à travers le filtre 15.

15 En conclusion des premier et deuxième tests, un système « simple passe » est très efficace pour traiter sans délai une quantité satisfaisante d'eau déminéralisée du commerce (170 kg) mais se montre, en pratique, incapable de traiter de l'eau du robinet.

La figure 4 est une représentation schématique d'un autre système
20 d'injection d'eau dans un moteur à combustion pour véhicule automobile. Ce système qu'on appellera « multipasse » comprend un réservoir d'eau 20 muni d'une tubulure de remplissage 21 du réservoir, une pompe 22 pour pomper l'eau stockée dans le réservoir et l'envoyer à l'entrée d'un canal d'injection d'eau 24, un injecteur électrique à électrovanne 28 à la sortie du canal d'injection 24 pour
25 autoriser ou non l'injection d'eau dans un moteur à combustion (non représenté), un conduit de renvoi 27 de l'eau dans le réservoir comprenant une entrée d'eau connectée au canal d'injection 24 via un clapet anti-retour avec tarage 26, et une sortie d'eau connectée à une entrée dans le réservoir 20, un capteur de qualité 23 pour mesurer la qualité de l'eau dans le réservoir. Dans ce mode de réalisation,
30 un filtre 25 de déminéralisation de l'eau est placé dans le conduit de renvoi 27 afin de déminéraliser l'eau renvoyée dans le réservoir. Le filtre 25 est un filtre à cartouche du type à résines échangeuses d'ions. Le capteur de qualité 23 indique

la conductivité électrique de l'eau stockée dans le réservoir 20.

L'eau déminéralisée qui entre dans le circuit d'admission du moteur doit présenter une conductivité électrique inférieure ou égale à une valeur de référence, typiquement, $15 \mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C . Ainsi, tant que la conductivité électrique de l'eau est inférieure ou égale à la valeur de référence, l'électrovanne 28 reste ouverte permettant ainsi à l'eau qui sort du circuit d'injection 24 d'être injectée dans le moteur. Dès que la conductivité électrique mesurée par le capteur de qualité 23 est supérieure à la valeur de référence, une unité de contrôle électronique (ECU) commande la fermeture de l'électrovanne 28. La pompe 22 continuant à fonctionner, la pression dans le canal d'injection 24 augmente jusqu'à atteindre la pression de tarage du clapet anti-retour 26 ouvrant ainsi le passage dans le conduit de renvoi 27. L'eau ainsi pompée passe dans le conduit de renvoi 27 où elle est filtrée dans le filtre de déminéralisation 25 avant d'être renvoyée dans le réservoir 20. Ainsi, tant que la conductivité électrique de l'eau stockée dans le réservoir est supérieure à la valeur de référence, l'électrovanne 28 reste fermée, la pompe 22 continue de fonctionner et le clapet du clapet anti-retour reste ouvert créant ainsi une recirculation de l'eau du réservoir à travers le filtre 25, c'est-à-dire une circulation en boucle fermée de l'eau du réservoir à travers le filtre 25.

A l'instar d'un système « simple passe », selon que le réservoir 20 est rempli avec de l'eau du robinet ou avec de l'eau déminéralisée du commerce, la durée de vie du filtre de déminéralisation 25 varie.

La figure 5 illustre par un graphique la variation, dans un système « multipasse », de la conductivité électrique de l'eau du robinet mesurée en fonction du temps, pour un volume donné d'eau dans le réservoir, un débit donné d'eau à travers la pompe 22 et un filtre 25 donné. Dans ce troisième test en laboratoire, la conductivité électrique initiale de l'eau est de $1163 \mu\text{S}/\text{cm}$, le volume d'eau dans le réservoir est de 10 litres et le débit d'eau à travers le filtre 25 de déminéralisation est de 10 kg par heure. La courbe du haut représente l'évolution de la conductivité électrique de l'eau stockée dans le réservoir 20 en fonction du temps. On constate que cette conductivité électrique baisse de $1163 \mu\text{S}/\text{cm}$ à $15 \mu\text{S}/\text{cm}$ au bout de 5,5 heures. Autrement dit, il faut faire recirculer l'eau du réservoir pendant 5,5 heures avant d'atteindre la valeur de référence, ce qui n'est pas

satisfaisant. En revanche, sur la courbe du bas qui représente la conductivité électrique de l'eau mesurée à la sortie du filtre 25, on constate que cette conductivité électrique atteint plus rapidement la valeur de référence puisque celle-ci est atteinte au bout de 3 heures. Par conséquent, un système « multipasse »
5 permet, dans un temps raisonnable, de déminéraliser de l'eau du robinet pour être injectée dans un moteur.

La figure 6 illustre par un graphique la variation, dans un système « multipasse », de la conductivité électrique de l'eau déminéralisée du commerce mesurée en fonction du temps, pour un volume donné d'eau dans le réservoir, un
10 débit donné d'eau à travers la pompe 22 et un filtre 25 donné. Dans ce quatrième test en laboratoire, comparé au troisième test en laboratoire (voir figure 5), la conductivité électrique initiale de l'eau, le volume d'eau dans le réservoir et le débit d'eau à travers la pompe 22 ont changés, la conductivité électrique initiale est ici de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, le volume d'eau est de 20 litres et le débit est de 80 kg par heure.
15 La courbe en pics représente l'évolution de la conductivité électrique de l'eau stockée dans le réservoir 20 en fonction du temps. On constate qu'après 0,5 heure de recirculation de l'eau à travers le filtre 25, la conductivité électrique atteint la valeur de référence de 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pour les besoins de ce test, dès que la conductivité électrique a atteint la valeur de référence, on recommence un
20 nouveau cycle où le réservoir est vidé puis rempli de nouveau avec de l'eau déminéralisée présentant une conductivité électrique initiale de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, puis on fait recirculer l'eau dans le réservoir jusqu'à atteindre de nouveau la valeur de référence. On répète ce cycle plusieurs fois jusqu'à ce que la valeur de référence ne soit plus atteignable. Chaque pic supérieur, respectivement inférieur,
25 représente le début, respectivement la fin, d'un cycle. On constate que le temps nécessaire pour traiter l'eau déminéralisée, c'est-à-dire pour amener sa conductivité électrique à la valeur de référence, augmente progressivement de 0,5 heure à une heure au bout de vingt-deux cycles. C'est seulement après vingt-deux cycles et 15,6 heures de recirculation de l'eau à travers le filtre 25 que la
30 conductivité électrique de l'eau dépasse et reste supérieure à la valeur de référence de 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C. Toutefois, en pratique, on considère qu'un cycle ne doit pas dépasser 0,5 heure or, on voit sur la courbe en pics que cette condition est remplie pour les dix premiers cycles mais pas pour les suivants. La droite qui

5 passe par l'origine représente la quantité d'eau traitée en fonction du temps, on voit que 440 kg d'eau ont été traités au bout de dix cycles. Par conséquent, un système « multipasse » permet, d'une part, d'injecter de l'eau déminéralisée du commerce dans un moteur en un temps acceptable après le démarrage du moteur et, d'autre part, de traiter une quantité importante d'eau avant épuisement du filtre.

10 En conclusion des troisième et quatrième tests, un système « multipasse » est particulièrement efficace pour, d'une part, traiter une grande quantité d'eau déminéralisée du commerce (440 kg) en un temps acceptable (0,5 heure) et, d'autre part, pour traiter l'eau du robinet en un temps raisonnable (3 heures).

15 Néanmoins, aucun des systèmes qu'il soit « simple passe » ou « multipasse » n'est capable à lui seul de traiter sans délai une quantité satisfaisante d'eau déminéralisée du commerce, et, alternativement, traiter de l'eau du robinet en un temps raisonnable. Par l'expression « sans délai », on entend désigner un traitement de déminéralisation de l'eau qui permet d'atteindre instantanément, ou quasiment instantanément, la valeur de référence sans traitement supplémentaire. Par l'expression « quantité satisfaisante » on entend désigner une quantité de l'ordre de 170 kg. Par l'expression « temps raisonnable », on entend désigner une durée de trois heures ou moins.

20 La figure 7 est une représentation schématique d'un système d'injection d'eau dans un moteur à combustion pour véhicule automobile conforme à l'invention. Ce système qu'on appellera à « passe séquentielle » comprend un réservoir 100 d'une solution aqueuse muni d'une tubulure de remplissage 101 du réservoir, un moyen d'injection de la solution aqueuse dans un circuit de filtration 25 104 connectant le réservoir 100 à au moins un injecteur du moteur à combustion (non représenté). Le moyen d'injection de la solution aqueuse comprend une pompe 102 et un canal d'injection 108. La pompe 102 sert à pomper l'eau stockée dans le réservoir 100 et l'envoyer à une entrée 104a du circuit de filtration 104 et le canal d'injection 108 sert à injecter la solution aqueuse audit au moins un 30 injecteur du moteur à combustion.

Le système d'injection comprend en outre un moyen de

recirculation de la solution aqueuse dans le circuit de filtration 104 et un dispositif de caractérisation de la solution aqueuse permettant, en fonction d'au moins une caractéristique de la solution aqueuse, d'injecter la solution aqueuse dans le moteur ou de faire recirculer la solution aqueuse dans le circuit de filtration 104.

5 Ledit moyen de recirculation de la solution aqueuse comprend une pompe 106 et un conduit de renvoi 109 de la solution aqueuse dans le réservoir 100. Avantageusement, la pompe 102 du moyen d'injection est aussi la pompe 106 du moyen de recirculation de la solution aqueuse. Ledit dispositif de caractérisation comprend au moins un capteur de qualité 103, 110 apte à mesurer une

10 caractéristique représentative de la qualité de la solution aqueuse. Préférentiellement, le système selon l'invention comprend deux capteurs de qualité, un premier capteur de qualité 103 pour mesurer la conductivité électrique de l'eau stockée dans le réservoir 100 et un deuxième capteur de qualité 110 pour mesurer la conductivité électrique de l'eau à une sortie 104b du circuit de filtration

15 104. Avantageusement, le premier capteur de qualité 103 permet aussi de vérifier que le produit qui est stocké dans le réservoir 100 est bien une solution aqueuse et pas un autre produit comme par exemple une solution d'urée ou du carburant. Si tel était le cas, l'unité de contrôle électronique (ECU) en serait informée et empêcherait ce produit d'être injecté dans le moteur.

20 Le circuit de filtration 104 comprend un filtre 105 de déminéralisation de la solution aqueuse afin de déminéraliser l'eau du réservoir avant de l'envoyer à l'admission du moteur. Avantageusement, le filtre de déminéralisation est une cartouche amovible. Préférentiellement, le moyen de déminéralisation 105 de la solution aqueuse comprend une résine échangeuse d'ions. Avantageusement, le

25 circuit de filtration comprend un moyen de chauffage (non représenté) apte à chauffer la solution aqueuse. Préférentiellement, le moyen de chauffage est choisi parmi un moyen de chauffage électrique et/ou un moyen de chauffage comportant un fluide caloporteur tel qu'un liquide de refroidissement du moteur ou un gaz d'échappement en provenance du moteur.

30 Le système selon l'invention comprend en outre une vanne 107 comprenant une voie d'entrée 107a et deux voies de sortie 107b et 107c. La voie d'entrée 107a de la vanne 107 est connectée à la sortie 104b du circuit de filtration

104. La première voie de sortie 107b de la vanne 107 est connectée à une entrée 109a du conduit de renvoi 109 de l'eau dans le réservoir 100. La deuxième voie de sortie 107c de la vanne 107 est connectée à une entrée 108a du canal d'injection 108 d'eau dans le moteur. La vanne 107 comprend un mécanisme d'ouverture/fermeture sélective de la première voie de sortie 107b et de la deuxième voie de sortie 107c, ledit mécanisme étant commandé par une unité de contrôle électronique (ECU) apte, d'une part, à fermer la première voie de sortie 107b et à ouvrir la deuxième voie de sortie 107c quand une caractéristique représentative de la qualité de la solution aqueuse mesurée par le capteur de qualité 110 est dans une plage de valeurs de référence et, d'autre part, à ouvrir la première voie de sortie 107b et à fermer la deuxième voie de sortie 107c de la vanne 107 quand une caractéristique représentative de la qualité de la solution aqueuse mesurée par le capteur de qualité 110 est en dehors d'une plage de valeurs de référence.

15 Ainsi, tant que la conductivité électrique de l'eau qui sort du circuit de filtration 104 est inférieure ou égale à une valeur de référence, par exemple, 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C, la première sortie 107b de la vanne 107 reste fermée et la deuxième sortie 107c de la vanne 107 reste ouverte permettant ainsi à l'eau qui sort du circuit de filtration 104 d'être dirigée vers une sortie 108b du canal d'injection 108 pour être injectée au plus tôt dans le moteur. Dès que la conductivité électrique mesurée par le capteur de qualité 110 est supérieure à la valeur de référence, une unité de contrôle électronique (ECU) commande l'ouverture de la première sortie 107b et la fermeture de la deuxième sortie 107c de la vanne 107. La pompe 102 continuant à fonctionner, l'eau qui sort du circuit de filtration 104 est dirigée dans le conduit de renvoi 109 pour être renvoyée dans le réservoir 100.

30 Ainsi, tant que la conductivité électrique de l'eau mesurée à la sortie 104b du circuit de filtration 104 est supérieure à la valeur de référence, la première sortie 107b de la vanne 107 reste ouverte, la deuxième sortie 107c de la vanne 107 reste fermée et la pompe 102 continue de fonctionner créant ainsi une recirculation de l'eau du réservoir à travers le filtre 105, c'est-à-dire une circulation en boucle fermée de l'eau du réservoir à travers le filtre 105.

En conclusion, un système à « passe séquentielle » se montre très

efficace, d'une part, pour traiter sans délai une quantité satisfaisante d'eau déminéralisée du commerce et, d'autre part, pour traiter de l'eau du robinet en un temps raisonnable.

5 Avantageusement, la vanne trois voies 107 possède une position fermée dans laquelle l'entrée 107a de la vanne est fermée pour empêcher l'eau qui sort du circuit de filtration 104 d'être envoyée dans le circuit de dérivation 109 ou dans le moteur. Cette position sert à protéger le moteur en cas de fuite d'un ou plusieurs injecteurs du moteur.

10 Grâce à l'invention, que l'eau stockée dans le réservoir soit de l'eau déminéralisée du commerce ou de l'eau du robinet, celle-ci est injectée au plus tôt dans le moteur à combustion. Un autre intérêt de l'invention est qu'elle permet de prolonger la durée de vie du filtre et donc d'espacer les visites chez le concessionnaire pour remplacer le filtre.

15 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation mentionnés ci-dessus.

L'invention s'applique également à un procédé d'injection d'une solution aqueuse dans un moteur à combustion pour véhicule automobile comprenant les étapes successives suivantes :

- a) Pomper la solution aqueuse contenue dans un réservoir 100,
- 20 b) Envoyer ladite solution aqueuse pompée dans un circuit de filtration 104 comprenant un moyen de déminéralisation 105,
- c) Mesurer au moins une valeur d'une caractéristique de la solution aqueuse à la sortie du circuit de filtration 104,
- d) Renvoyer la solution aqueuse dans le réservoir et reprendre le
25 procédé à l'étape a) si la valeur mesurée à l'étape c) est en dehors d'une plage de valeurs de référence, sinon aller à l'étape e),
- e) Injecter la solution aqueuse dans le moteur ou mesurer au moins une valeur d'une caractéristique de la solution aqueuse dans le réservoir 100,

f) Reprendre le procédé à l'étape a) si la valeur mesurée à l'étape e) est en dehors d'une plage de valeurs de référence, sinon arrêter le procédé.

Ainsi, le procédé d'injection selon l'invention permet de protéger les injecteurs du moteur contre le tartre tout en optimisant l'utilisation du moyen de déminéralisation par l'injection « au plus tôt » de la solution aqueuse dans le moteur. En effet, quand une unité de contrôle électronique (ECU) détermine que toutes les conditions sont réunies pour mélanger de l'eau au gaz d'admission du moteur, de l'eau déminéralisée est injectée dans le moteur. Toutefois, il se peut que toutes les conditions soient réunies sauf une, par exemple, l'utilisateur du véhicule ne roule pas assez vite pour qu'il soit nécessaire d'injecter de l'eau dans le moteur. Dans ce cas, l'unité de contrôle électronique (ECU) peut décider de poursuivre le traitement de déminéralisation de l'eau stockée dans le réservoir même si l'eau qui sort du circuit de filtration présente des caractéristiques conformes à des caractéristiques attendues. Ce scénario est envisagé quand l'eau stockée dans le réservoir ne présente pas des caractéristiques conformes à des caractéristiques attendues. Par cette disposition, on réalise un prétraitement de l'eau stockée dans le réservoir ce qui permet de réduire, ultérieurement, le temps de traitement de cette eau et donc d'assurer son injection au plus tôt dans le moteur.

REVENDEICATIONS

5 1. Système d'injection d'une solution aqueuse dans un moteur à combustion pour véhicule automobile, ledit système comprenant un réservoir (100) d'une solution aqueuse, un moyen d'injection de la solution aqueuse dans un circuit de filtration (104) connectant le réservoir (100) à au moins un injecteur du moteur à combustion, caractérisé en ce que ledit système comprend en outre :

10 - un moyen de recirculation de la solution aqueuse dans le circuit de filtration (104) et

- un dispositif de caractérisation de la solution aqueuse permettant de mesurer au moins une caractéristique de la solution aqueuse,

15 ledit système permettant, en fonction de ladite caractéristique mesurée, d'injecter la solution aqueuse dans le moteur ou de faire recirculer la solution aqueuse dans le circuit de filtration (104).

20 2. Système d'injection selon la revendication 1, tel que le dispositif de caractérisation comprend au moins un capteur de qualité (103, 110) apte à mesurer une caractéristique représentative de la qualité de la solution aqueuse.

25 3. Système d'injection selon la revendication 2, tel que le capteur de qualité (103, 110) est apte à mesurer la conductivité électrique de la solution aqueuse.

30 4. Système d'injection selon la revendication 2 ou 3, tel que le capteur de qualité (103, 110) mesure une caractéristique de la solution aqueuse à une sortie (104b) du circuit de filtration (104) et/ou dans le réservoir (100).

5. Système d'injection selon l'une quelconque des

revendications précédentes, tel que le circuit de filtration (104) comprend un moyen de déminéralisation (105) de la solution aqueuse.

5 6. Système d'injection selon la revendication précédente, tel que le moyen de déminéralisation (105) de la solution aqueuse comprend une résine échangeuse d'ions.

10 7. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, tel que le moyen d'injection de la solution aqueuse comprend une pompe (102) et un canal d'injection (108) de la solution aqueuse à au moins un injecteur du moteur à combustion, et tel que le moyen de recirculation de la solution aqueuse comprend une pompe (106) et un conduit de renvoi (109) de la solution aqueuse dans le réservoir (100), de préférence la pompe (102) du moyen d'injection est aussi la pompe (106) du moyen de recirculation de la solution aqueuse.

15

20 8. Système selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une vanne (107) comprenant une voie d'entrée (107a) connectée à la sortie (104b) du circuit de filtration (104), une première voie de sortie (107b) connectée au conduit de renvoi (109) et une deuxième voie de sortie (107c) connectée au canal d'injection (108).

25 9. Système selon la revendication précédente, tel que la vanne (107) comprend un mécanisme d'ouverture/fermeture sélective de la première voie de sortie (107b) et de la deuxième voie de sortie (107c), ledit mécanisme étant commandé par une unité de contrôle électronique (ECU) apte, d'une part, à fermer la première voie de sortie (107b) et à ouvrir la deuxième voie de sortie (107c) quand ladite caractéristique représentative de la qualité de la solution aqueuse mesurée par le capteur de qualité (110) est dans une plage de valeurs de référence et, d'autre part, à ouvrir la première voie de sortie (107b) et à fermer la deuxième voie de sortie (107c) de la vanne (107) quand ladite caractéristique représentative de la qualité de la solution aqueuse mesurée par le capteur de qualité (110) est en dehors d'une plage de valeurs de référence.

30

10. Procédé d'injection d'une solution aqueuse dans un moteur à combustion pour véhicule automobile comprenant les étapes successives suivantes :

- 5 a) Pomper la solution aqueuse contenue dans un réservoir (100),
b) Envoyer ladite solution aqueuse pompée dans un circuit de filtration (104) comprenant un moyen de déminéralisation (105),
c) Mesurer au moins une valeur d'une caractéristique de la solution aqueuse à la sortie du circuit de filtration (104),
- 10 d) Renvoyer la solution aqueuse dans le réservoir et reprendre le procédé à l'étape a) si la valeur mesurée à l'étape c) est en dehors d'une plage de valeurs de référence, sinon aller à l'étape e),
e) Injecter la solution aqueuse dans le moteur ou mesurer au moins une valeur d'une caractéristique de la solution aqueuse dans le
- 15 réservoir (100),
f) Reprendre le procédé à l'étape a) si la valeur mesurée à l'étape e) est en dehors d'une plage de valeurs de référence, sinon arrêter le procédé.

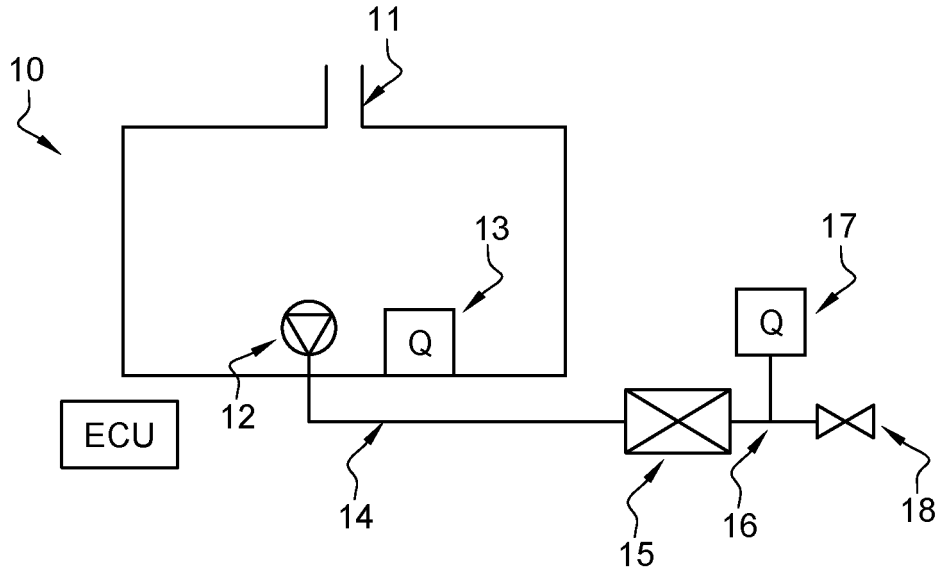


Fig. 1

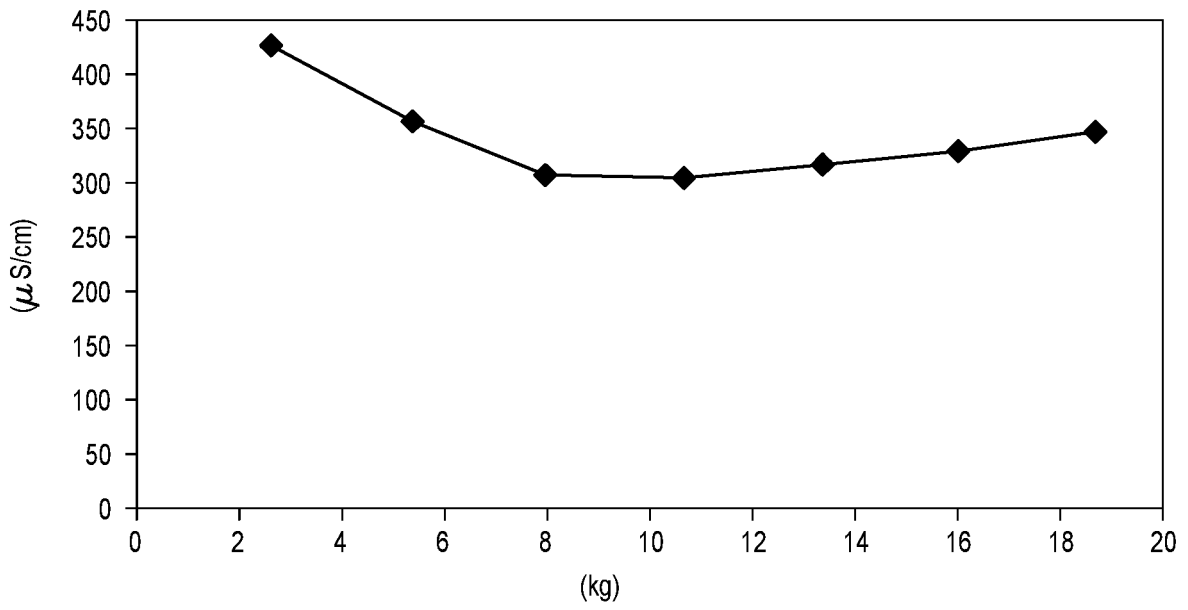


Fig. 2

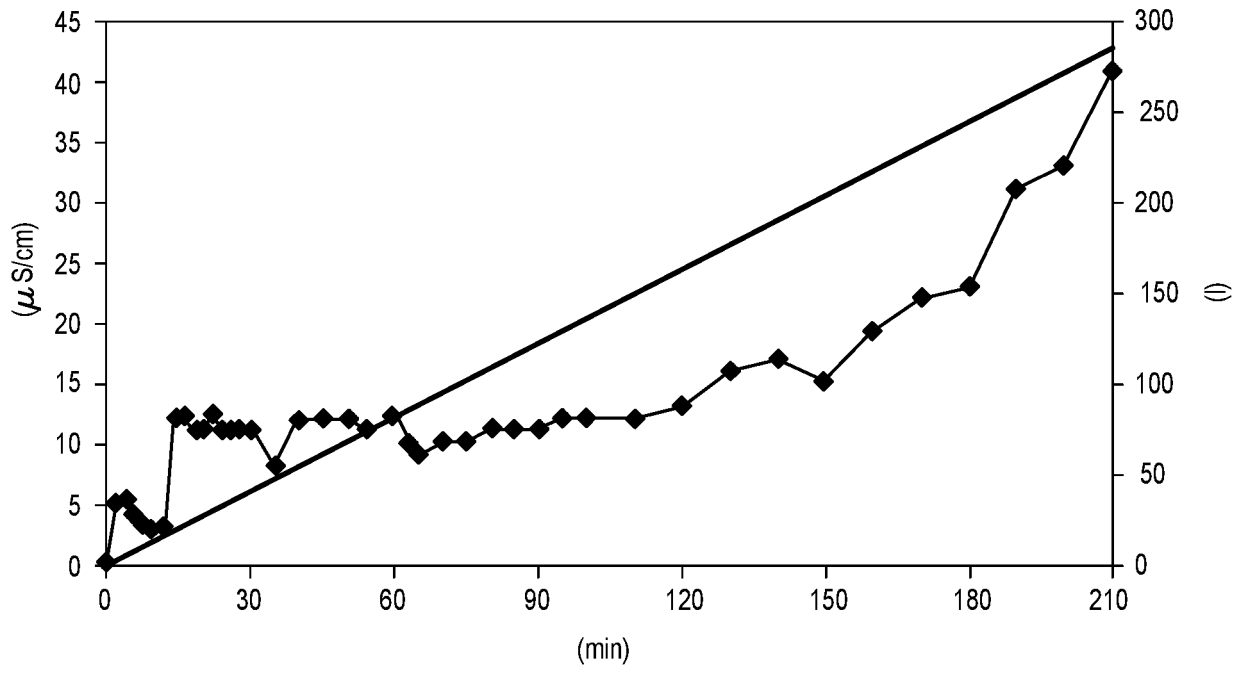


Fig. 3

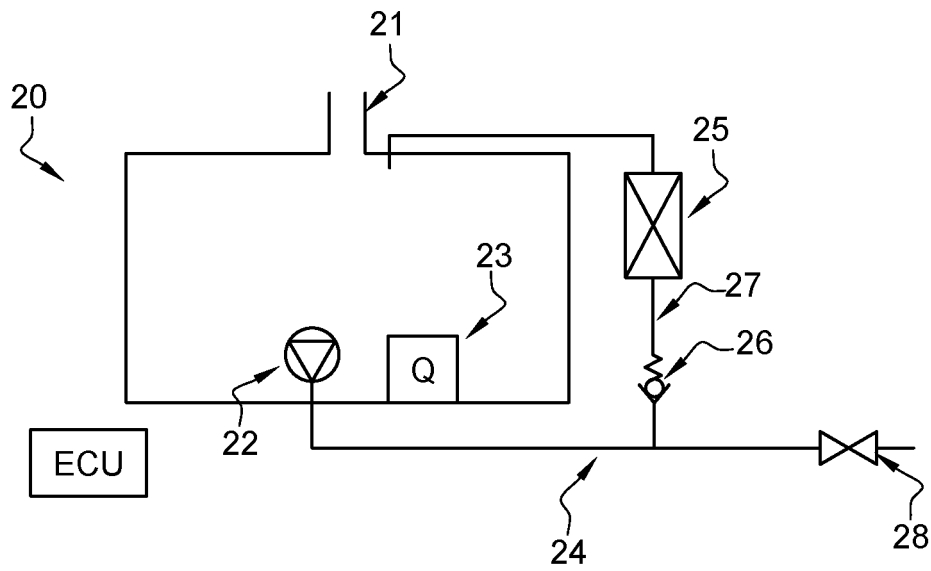


Fig. 4

3/4

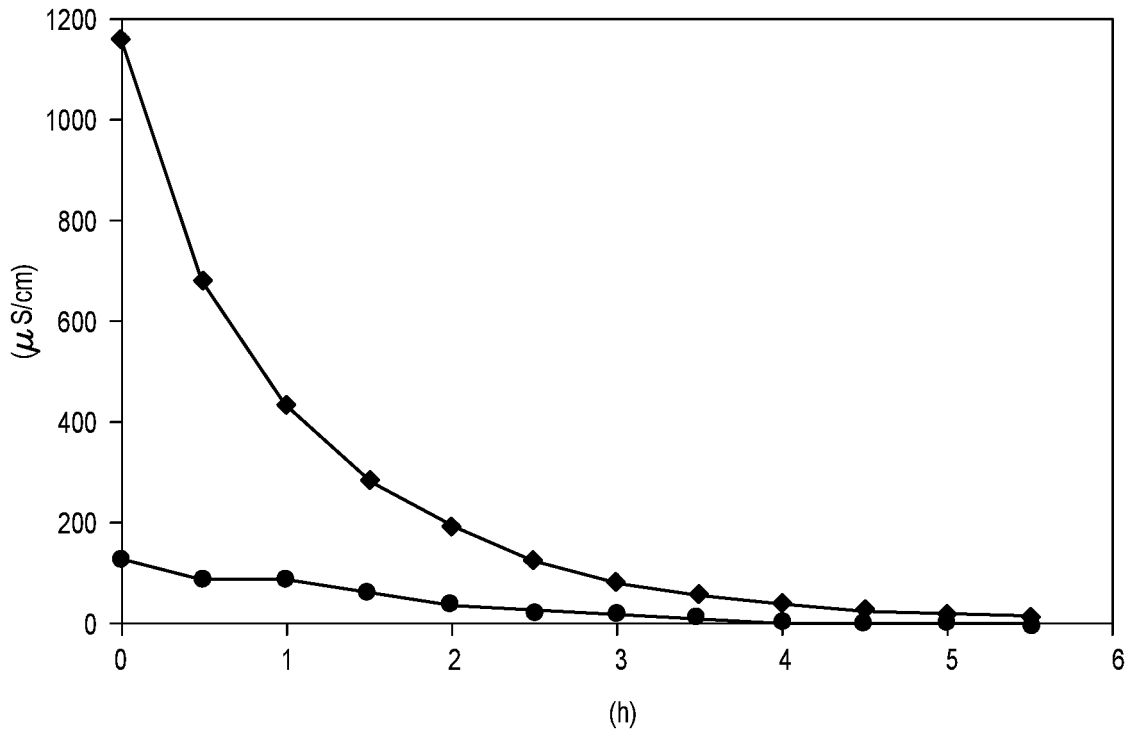


Fig. 5

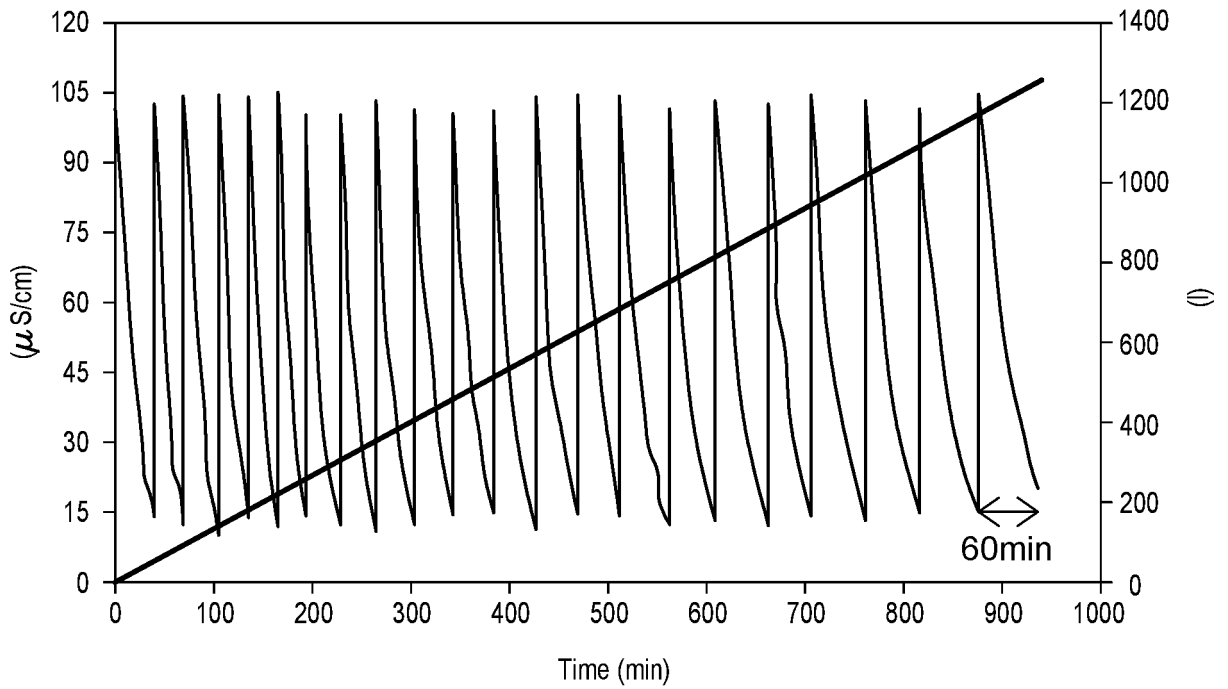
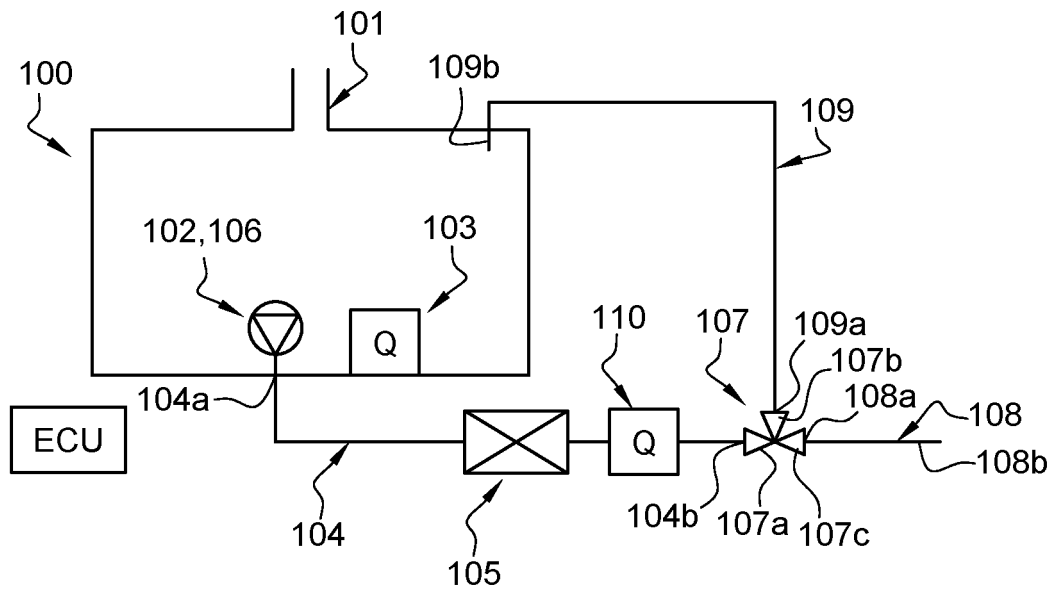


Fig. 6

**Fig. 7**

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

DE 10 2017 202434 A1 (BAYERISCHE MOTOREN
WERKE AG [DE]) 16 août 2018 (2018-08-16)

DE 10 2016 218174 A1 (BAYERISCHE MOTOREN
WERKE AG [DE]) 22 mars 2018 (2018-03-22)

EP 3 324 031 A1 (PLASTIC OMNIUM ADVANCED
INNOVATION & RES [BE])
23 mai 2018 (2018-05-23)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT