

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 119 941

21 N° d'enregistrement national : 21 01583

51 Int Cl⁸ : H 01 M 8/040 (2020.12), H 01 M 8/045, 8/046, B 60 L 50/70

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 18.02.21.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.08.22 Bulletin 22/33.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : PSA Automobiles SA Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : CREHAN GABRIEL, SIAH SONIA et DIMITROVA ZLATINA.

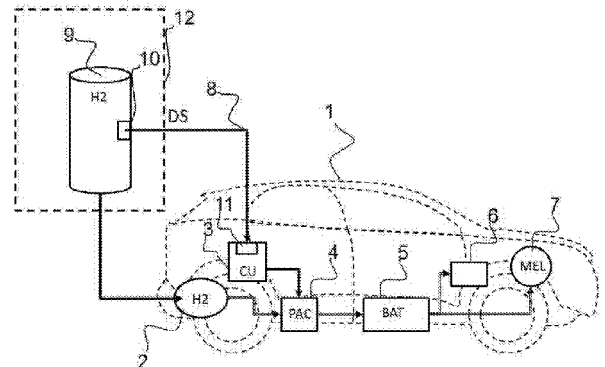
73 Titulaire(s) : PSA Automobiles SA Société anonyme.

74 **Titulaire(s) : PSA Automobiles SA Société anonyme.**
Objet de l'invention : COMBUSTIBLE CONNECTEE A UNE SONDE D'UNE STATION DE RECHARGE ET PROCEDE DE DIAGNOSTIC.

57 La présente invention a pour objet une pile à combustible (4) comprenant un réservoir de combustible (2), une chambre anodique dans laquelle le combustible est injecté et une unité de contrôle (3) de ladite pile à combustible (4), comportant en outre un moyen de communication de données (11) prévu pour coopérer avec une station de recharge (12) en

combustible et pour recevoir de ladite station de recharge (12) des mesures de contamination (DS) du combustible injecté dans le réservoir (2) et l'unité de contrôle (3) comporte un moyen de diagnostic apte à calculer un niveau de contamination de ladite pile à combustible (4) à partir desdites mesures de contamination (DS) d'au moins un contaminant.

Figure 1



FR 3 119 941 - A1



Description

Titre de l'invention : PILE A COMBUSTIBLE CONNECTEE A UNE SONDE D'UNE STATION DE RECHARGE ET PROCEDE DE DIAGNOSTIC

- [0001] Le domaine de l'invention concerne une pile à combustible comprenant des moyens de mesure d'un niveau de contamination du combustible injecté dans la chambre anodique et un procédé de diagnostic de ladite pile à combustible. L'invention s'applique notamment aux véhicules électrifiés alimentés en énergie par une pile à combustible.
- [0002] Une pile à combustible est un générateur électrique dans lequel l'électricité est produite grâce à l'oxydation sur une électrode d'un combustible réducteur. La pile à combustible nécessite l'approvisionnement d'un combustible, le plus souvent le dihydrogène. Il existe plusieurs types de piles à combustibles connus de l'homme du métier. Pour les véhicules électrifiés, on utilise le plus souvent la pile à membrane échangeuse de protons. Ce type de pile comporte une chambre anodique dans laquelle est injectée le dihydrogène en contact avec une anode, une chambre cathodique dans laquelle est injecté de l'oxygène en contact avec une cathode, une membrane échangeuse de protons et des catalyseurs accélérant les réactions entre les gaz.
- [0003] Les performances des piles à combustibles sont dépendantes des performances de couches de catalyseur. Or les performances des catalyseurs peuvent être affectées par la présence de contaminants apparaissant dans la chaîne de production et d'approvisionnement du combustible. Classiquement, on effectue des cycles de régénération de la pile à combustible pour évacuer ces contaminants. On connaît le document WO2017098160A1 décrivant un procédé de régénération d'une pile à combustible.
- [0004] Par ailleurs, pour réduire l'introduction de contaminants, la chaîne de provisionnement du combustible est généralement contrôlée selon des standards internationaux définissant des protocoles de contrôle et déterminant les contaminants à surveiller et des limites de concentration pour chaque contaminant identifié. On peut citer par exemple le standard SAEJ2719 « Hydrogen Fuel Quality for Fuel Cell Vehicles » de l'organisme SAE International, ou bien encore le standard ISO 14687 « Qualité du Carburant Hydrogène ».
- [0005] En général les chaînes de production d'hydrogène sont équipées de sondes permettant de surveiller ces niveaux de contamination. Cependant, ces sondes sont trop coûteuses pour envisager à ce jour une intégration et une surveillance en continu à bord d'un véhicule.

- [0006] Il existe donc un besoin de pallier les problèmes précités. Un objectif de l'invention est d'améliorer la surveillance de la contamination du combustible d'un véhicule à pile à combustible et d'améliorer l'efficacité des diagnostics de performances et de contrôle des cycles de régénération.
- [0007] Plus précisément, l'invention concerne une pile à combustible comprenant un réservoir de combustible, une chambre anodique dans laquelle le combustible est injecté et une unité de contrôle de ladite pile à combustible. Selon l'invention, elle comporte en outre un moyen de communication de données prévu pour coopérer avec une station de recharge en combustible et pour recevoir de ladite station de recharge des mesures de contamination du combustible injecté dans le réservoir et l'unité de contrôle comporte un moyen de diagnostic apte à calculer un niveau de contamination de ladite pile à combustible à partir desdites mesures de contamination d'au moins un contaminant.
- [0008] Selon une variante, le moyen de diagnostic est apte à calculer un coefficient de correction de la puissance réelle à partir du niveau de contamination et une puissance estimée à partir du coefficient de correction et d'une puissance réelle mesurée, comparer la puissance estimée avec un seuil prédéterminé et déclencher un cycle de régénération lorsque la puissance estimée est inférieure au seuil prédéterminé.
- [0009] Selon une variante, l'unité de contrôle comporte en outre un moyen d'alerte apte à calculer un niveau de contamination permanent en fonction du rapport de puissance entre une mesure de la puissance réelle à la suite d'un cycle de régénération et une puissance de référence représentative d'un état initial de la pile à combustible.
- [0010] L'invention concerne un ensemble constitué d'une pile à combustible selon l'un quelconque des modes de réalisation précédents et d'une station de recharge en combustible, ladite station comportant une sonde de mesure de contamination du combustible de la station de recharge, le moyen de communication de données de ladite pile coopère avec ladite sonde de manière à recevoir des mesures de contamination lors d'une recharge de combustible.
- [0011] L'invention prévoit également un procédé de diagnostic d'une pile à combustible mis en œuvre par une pile à combustible selon l'un quelconque des modes de réalisation précédents, dans lequel le procédé comporte les étapes suivantes :
- [0012] - La détermination d'une mesure de contamination d'au moins un contaminant lors d'une recharge du combustible à partir des mesures issues des moyens de communication de données,
- [0013] - L'élaboration d'un diagnostic consistant à calculer un niveau de contamination de ladite pile à combustible à partir de ladite mesure de contamination.
- [0014] Selon une variante, le diagnostic comporte en outre les étapes suivantes :
- [0015] - Le calcul d'un coefficient de correction de puissance à partir du niveau de conta-

mination,

- [0016] - Le calcul d'une puissance estimée délivrable par la pile à combustible à partir dudit coefficient de correction et d'une puissance réelle mesurée délivrée par la pile à combustible,
- [0017] - La comparaison de la puissance estimée avec un seuil prédéterminé et le déclenchement d'un cycle de régénération lorsque la puissance estimée est inférieure au seuil prédéterminé.
- [0018] Selon une variante du procédé, le niveau de contamination est calculé en fonction de ladite mesure de contamination d'au moins un contaminant et d'un coefficient de désactivation associé audit contaminant.
- [0019] Selon une variante, le procédé comporte en outre le calcul d'un niveau de contamination permanent en fonction du rapport de puissance entre une mesure de la puissance réelle à la suite d'un cycle de régénération et une puissance de référence représentative d'un état initial de la pile à combustible et l'élaboration d'un signal d'alerte lorsque le rapport est inférieur à un seuil prédéterminé.
- [0020] L'invention prévoit également un véhicule électrifié à pile à combustible, dans lequel la pile à combustible est selon l'un quelconque des modes de réalisation précédents.
- [0021] L'invention permet d'établir un diagnostic de performance énergétique d'une pile à combustible reposant sur des mesures de contaminants obtenues par une sonde externe équipant une station de recharge. Ces mesures permettent d'établir des diagnostics prédictifs pour piloter les cycles de régénération et/ou des opérations de maintenance.
- [0022] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui suit comprenant des modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, dans lesquels :
- [0023] [fig.1] représente un ensemble formé d'un véhicule électrifié à pile à combustible et une station de recharge en combustible conformément à l'invention ;
- [0024] [fig.2] représente schématiquement une pile à combustible de type à membrane échangeuse de protons apte à mettre en œuvre l'invention ;
- [0025] [fig.3] représente schématiquement une unité de contrôle d'une pile à combustible mettant en œuvre un procédé de diagnostic selon l'invention ;
- [0026] [fig.4] représente un diagramme illustrant le procédé de diagnostic selon l'invention ;
- [0027] L'invention trouve une application dans le domaine de l'électromobilité, en particulier les véhicules électrifiés équipés d'une pile à combustible pour la génération d'énergie électrique. L'invention s'applique indépendamment du type de la pile à combustible, et vise tout système équipé d'un réservoir de combustible pour lequel on effectue des mesures de contamination à partir d'une sonde intégrée à un système de recharge externe au véhicule. L'invention peut s'appliquer aux piles à combustible à

membrane échangeuse de protons, à oxyde solide, etc. Le combustible peut être du dihydrogène ou du méthanol par exemple.

[0028] En [fig.1] de la présente description on décrit une application de l'invention pour un véhicule automobile à traction électrifié équipé d'une pile à combustible 4 à membrane échangeuse de protons où le combustible est du dihydrogène stocké dans un réservoir à haute pression 2 du véhicule. La pile à combustible 4 fournit de l'énergie électrique à un système de batterie électrique 5 haute tension pouvant alimenter un réseau électrique de bord 6 et une machine électrique de traction 7. Ce cas d'exemple correspond à une architecture de type prolongateur d'autonomie où la pile à combustible est de faible puissance. Dans un autre mode de réalisation, la pile à combustible 4 est de haute puissance et est apte à alimenter directement la machine électrique de traction 7.

[0029] La pile à combustible comporte en outre une unité de contrôle électronique 3 dont la fonction est de piloter la génération d'énergie électrique à bord du véhicule, élaborer des diagnostics de performance énergétique, piloter des cycles de régénération de la pile à combustible en cas de baisse des performances, élaborer des diagnostics de contamination permanente et des alertes, notamment. En particulier, l'unité de contrôle 3 se base sur des mesures de contamination DS reçues à travers des moyens de communication de données 8 et 11. L'unité de contrôle 3 comporte à cet effet une interface de communication de données 11 apte à communiquer avec une station de recharge 12 en dihydrogène à travers un canal de communication filaire, ou un canal de communication sans fil permettant la transmission de données par voie d'onde entre une station de recharge 12 et l'unité de contrôle 3, par exemple à travers un réseau de téléphonie mobile, 3G, 4G, ou 5G, un réseau WIFI ou par Bluetooth.

[0030] Les mesures de contamination DS proviennent d'une sonde de mesure 10 d'un réservoir en dihydrogène 9 d'une station de recharge 12. Les mesures de contamination DS incluent les niveaux de contamination de tout ou partie des contaminants listés dans les standards internationaux de contrôle de qualités des combustibles, notamment les standards SAEJ2719 et ISO 14687. Par exemple, les mesures de contamination incluent tout ou partie des contaminants listés dans le tableau suivant et l'unité de contrôle 3 est apte à surveiller les niveaux de contamination de tout ou partie desdits contaminants par rapport à des limites prédéterminées indiquées en deuxième colonne du tableau. Les mesures de contamination ne se limitent pas à la liste fournie dans le tableau suivant.

[0031] [Tab 1]

Contaminant	Limites	Coefficient de désactivation
Helium (He)	300 ppmV	0,01

Nitrogène (N ₂)	300 ppmV	0,01
Argon (Ar)	300 ppmV	0,01
Méthane (CH ₄)	100 ppmV	0,02
Eau (H ₂ O)	5 ppmV	0,40
Oxygène (O ₂)	5 ppmV	0,40
Total Hydrocarbure (ex CH ₄)	2 ppmV	1,00
Dioxyde de Carbone(CO ₂)	2 ppmV	1,00
Monoxyde de carbone (CO)	0.2 ppmV	10,00
Formaldéhyde (CH ₂ O)	0.2 ppmV	10,00
Acide Formique (CH ₂ O ₂)	0.2 ppmV	10,00
Ammoniaque (NH ₃)	0.1 ppmV	20,00
Total Sulfure (incl. H ₂ S)	0.004 ppmV	500,00

- [0032] La station de recharge est apte à coopérer avec l'unité de contrôle 3 de la pile à combustible pour transmettre les mesures de contamination lors d'une opération de recharge en dihydrogène.
- [0033] Par ailleurs, l'unité de contrôle 3 est configurée pour appliquer à chaque contaminant un coefficient représentant l'impact sur les performances énergétiques de la pile à combustible 4. Plus le coefficient est élevé, plus le contaminant altère les performances énergétiques de la pile à combustible 4. On décrit dans la suite de la description la mise en œuvre des diagnostics de performance énergétique dépendants des mesures de contamination.
- [0034] En [fig.2], on décrit maintenant un exemple de pile à combustible 1 connu de l'homme du métier pour laquelle on met en œuvre l'invention. Cet exemple est donné à titre illustratif et n'est pas limitatif. La pile à combustible 1 comporte une chambre anodique 20 en contact avec une anode 23, une chambre cathodique 22 en contact avec une cathode 24, une membraneuse échangeuse de proton 21. Le combustible injecté dans la chambre anodique est du dihydrogène provenant d'un réservoir haute pression du véhicule. L'invention vise à mesurer les niveaux de contamination du dihydrogène à partir de mesures effectuées par une sonde de la station de recharge lors d'une opération de recharge en dihydrogène.
- [0035] En [fig.3], on a représenté schématiquement une unité de contrôle 3 de la pile à com-

bustible. L'unité de contrôle 3 est munie d'un calculateur à circuits intégrés et de mémoires électroniques, le calculateur et les mémoires étant configurés pour exécuter le procédé de diagnostic de la pile à combustible. Mais cela n'est pas obligatoire. En effet, le calculateur pourrait être externe à l'unité de contrôle 3, tout en étant couplé à cette dernière 3. Dans ce dernier cas, il peut être lui-même agencé sous la forme d'un calculateur dédié comprenant un éventuel programme dédié, par exemple. Par conséquent, l'unité de commande, selon l'invention, peut être réalisé sous la forme de modules logiciels (ou informatiques (ou encore « software »)), ou bien de circuits électroniques (ou « hardware »), ou encore d'une combinaison de circuits électroniques et de modules logiciels.

[0036] Plus précisément, l'unité de contrôle 3 comporte une interface de communication de données 11 adaptée pour recevoir les mesures de contamination DS ainsi que des données de puissance électrique PW générée par la pile à combustible 4 à partir de capteurs électriques, tels des capteurs de courant et de tension.

[0037] En outre, l'unité de contrôle 3 comporte un module de diagnostic 31 de gestion des performances énergétiques et de pilotage d'un cycle de régénération de la pile à combustible. Le module 31 élabore les consignes CSRG de pilotage d'un cycle de régénération de la pile à combustible 4 à partir des mesures de contamination DS et des données de puissance PW. Une consigne CSRG peut consister à piloter un débit de gaz dans la chambre anodique et/ou cathodique, une tension aux bornes des électrodes ou une température de la pile à combustible. En particulier, le module 4 met en œuvre un algorithme prédictif de déclenchement d'un cycle de régénération se basant sur les mesures de contamination DS et de puissance électriques PW. Un cycle de régénération consiste à nettoyer les couches catalytiques de la pile à combustible pour régénérer les performances énergétiques. Le type de régénération mis en œuvre n'est aucunement limitatif de la portée de l'invention et l'homme du métier pourra configurer un cycle de régénération adapté au type de pile à combustible utilisé dans une application donnée. Par exemple, un cycle de régénération consiste à nettoyer l'anode par passage de molécules oxydantes sur le catalyseur pendant une durée donnée et à une température prédéterminée spécifique au cycle de régénération. On peut citer également le document WO2017098160A1 décrivant un procédé de régénération d'une pile à combustible.

[0038] En outre, l'unité de contrôle 3 comporte un module d'alerte 32 apte à élaborer des signaux d'alerte SG à partir des mesures de contamination DS et des données de puissance PW de la pile à combustible 4. En particulier, lorsque le module d'alerte 32 détecte un niveau de contamination représentatif d'un niveau critique de puissance électrique produite à la suite d'un cycle de régénération, alors le module d'alerte 32 transmet un signal d'alerte SG à destination du propriétaire du véhicule pour effectuer

une opération de maintenance de la pile à combustible.

- [0039] En [fig.4], on décrit maintenant le procédé de diagnostic selon l'invention mis en œuvre par l'unité de contrôle de la pile à combustible. Le procédé comporte la mesure 40 d'un ou plusieurs niveaux de contaminants par une ou plusieurs sondes de la station de recharge lors d'une recharge du combustible dans le véhicule.
- [0040] Le procédé comporte en outre la transmission 41 des mesures de contamination provenant de la station de recharge à destination de l'unité de contrôle de la pile à combustible à travers les moyens de communication de données. Les mesures sont transmises via un canal de communication de données filaire établi directement entre la station de recharge et le véhicule, ou via un canal de communication de données par voie d'onde.
- [0041] Le procédé comporte en outre la détermination 42 par l'unité de contrôle des mesures de contamination d'au moins un contaminant lors de la recharge du combustible.
- [0042] Le procédé comporte en outre l'élaboration 43 d'un diagnostic consistant à calculer un niveau de contamination de ladite pile à combustible à partir des mesures reçues de la station de recharge. Plus précisément, le niveau de contamination de la pile à combustible est calculé en fonction des mesures de contamination d'un ou de chaque contaminant et d'un coefficient de désactivation associé du contaminant ou de chaque contaminant. Le niveau de contamination d'un ou de chaque contaminant consiste à calculer la différence entre le niveau mesuré par la sonde et une limite de référence, par exemple selon les valeurs indiquées en deuxième colonne dans le tableau 1. L'excès de contamination par rapport à la limite est multiplié par le coefficient de désactivation. Le diagnostic consiste à calculer un niveau de contamination global prenant en compte l'impact de chaque contaminant mesuré. Le coefficient de désactivation, configuré en mémoire de l'unité de contrôle, correspond pour chaque contaminant à un niveau de criticité d'impact sur les performances énergétiques de la pile à combustible. Par exemple, les sulfures ont un niveau de criticité important et le coefficient de désactivation associé à la mesure du niveau de sulfure est proportionnellement élevé. Le tableau 1 décrit en troisième colonne des exemples de valeurs de coefficient de désactivation associées à chaque mesure de contaminant.
- [0043] Le niveau de contamination calculé lors du diagnostic 43 est utilisé pour la mise en œuvre d'une surveillance prédictive de la pile à combustible, notamment pour déclencher un cycle de régénération 44 et/ou une opération de maintenance 45 si le niveau de contamination permanent atteint une limite critique.
- [0044] Dans un premier mode de surveillance, l'unité de contrôle met en œuvre un algorithme prédictif pour le déclenchement d'un cycle de régénération se basant sur les mesures de contamination. En particulier, le diagnostic 43 comporte en outre le calcul d'un coefficient de correction de puissance à partir du niveau de contamination et le

calcul d'une puissance estimée délivrable par la pile à combustible à partir dudit coefficient de correction et d'une puissance réelle mesurée délivrée par la pile à combustible. Le procédé comporte en outre une étape de comparaison de la puissance estimée avec un seuil prédéterminé, par exemple de valeur d'environ de 95% de la puissance mesurée, et le déclenchement d'un cycle de régénération 45 par l'unité de contrôle lorsque la puissance estimée est inférieure au seuil prédéterminé.

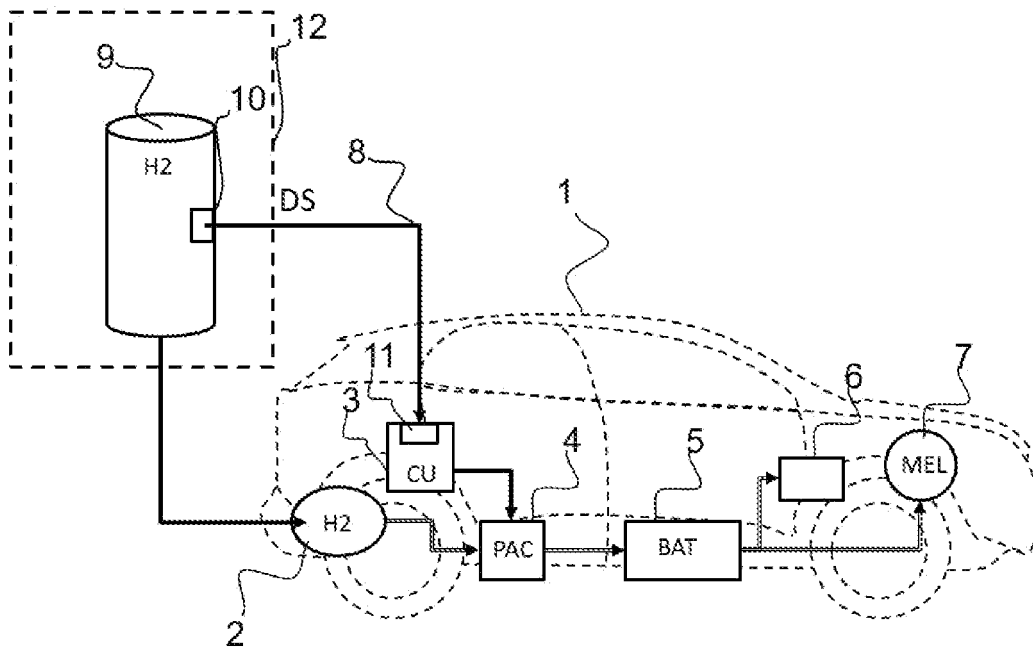
[0045] Selon un deuxième mode de surveillance, le procédé de diagnostic comporte en outre le calcul d'un niveau de contamination permanent en fonction du rapport de puissance entre une mesure de la puissance réelle à la suite d'un cycle de régénération et une puissance de référence représentative d'un état initial de la pile à combustible. La puissance de référence est un paramètre enregistré en mémoire de l'unité de contrôle. Lorsque le rapport mesuré est inférieur ou égal à un seuil prédéterminé, d'environ 50% par exemple, le procédé comporte l'élaboration 45 d'un signal d'alerte à destination du propriétaire du véhicule pour effectuer une opération de maintenance, via une interface homme machine.

Revendications

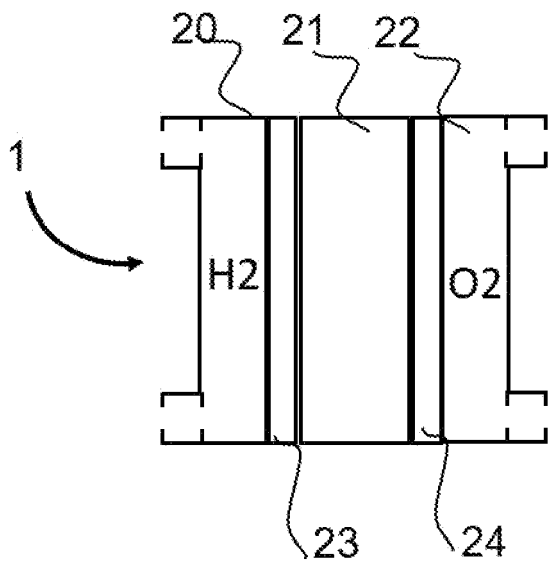
- [Revendication 1] Pile à combustible (4) comprenant un réservoir de combustible (2), une chambre anodique (20) dans laquelle le combustible est injecté et une unité de contrôle (3) de ladite pile à combustible (4), caractérisé en ce qu'elle comporte en outre un moyen de communication de données (11) prévu pour coopérer avec une station de recharge (12) en combustible et pour recevoir de ladite station de recharge (12) des mesures de contamination (DS) du combustible injecté dans le réservoir (2) et en ce que l'unité de contrôle (3) comporte un moyen de diagnostic (31) apte à calculer un niveau de contamination de ladite pile à combustible (4) à partir desdites mesures de contamination (DS) d'au moins un contaminant.
- [Revendication 2] Pile à combustible selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen de diagnostic (31) est apte à :
- Calculer un coefficient de correction de la puissance réelle à partir du niveau de contamination et une puissance estimée à partir du coefficient de correction et d'une puissance réelle mesurée,
 - Comparer la puissance estimée avec un seuil prédéterminé et déclencher un cycle de régénération lorsque la puissance estimée est inférieure au seuil prédéterminé.
- [Revendication 3] Pile à combustible selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'unité de contrôle (3) comporte en outre un moyen d'alerte (32) apte à calculer un niveau de contamination permanent en fonction du rapport de puissance entre une mesure de la puissance réelle (PW) à la suite d'un cycle de régénération et une puissance de référence représentative d'un état initial de la pile à combustible.
- [Revendication 4] Ensemble constitué d'une pile à combustible (4) et d'une station de recharge (12) en combustible, ladite station (12) comportant une sonde de mesure de contamination (10) du combustible de la station de recharge, caractérisé en ce que la pile à combustible (4) est selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, et en ce que le moyen de communication de données (11) de ladite pile (4) coopère avec ladite sonde (10) de manière à recevoir des mesures de contamination (DS) lors d'une recharge de combustible.

- [Revendication 5] Procédé de diagnostic d'une pile à combustible mis en œuvre par une pile à combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- La détermination (42) d'une mesure de contamination d'au moins un contaminant lors d'une recharge du combustible à partir des mesures issues des moyens de communication de données,
 - L'élaboration d'un diagnostic (43) consistant à calculer un niveau de contamination de ladite pile à combustible (4) à partir de ladite mesure de contamination.
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le diagnostic comporte en outre les étapes suivantes :
- Le calcul d'un coefficient de correction de puissance à partir du niveau de contamination,
 - Le calcul d'une puissance estimée délivrable par la pile à combustible à partir dudit coefficient de correction et d'une puissance réelle mesurée délivrée par la pile à combustible,
 - La comparaison de la puissance estimée avec un seuil prédéterminé et le déclenchement (44) d'un cycle de régénération lorsque la puissance estimée est inférieure au seuil prédéterminé.
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que le niveau de contamination est calculé en fonction de ladite mesure de contamination d'au moins un contaminant et d'un coefficient de désactivation associé audit contaminant.
- [Revendication 8] Procédé selon la revendication 5, 6 ou 7, caractérisé en ce qu'il comporte en outre le calcul d'un niveau de contamination permanent en fonction du rapport de puissance entre une mesure de la puissance réelle à la suite d'un cycle de régénération et une puissance de référence représentative d'un état initial de la pile à combustible et l'élaboration (45) d'un signal d'alerte lorsque le rapport est inférieur à un seuil prédéterminé.
- [Revendication 9] Véhicule électrifié à pile à combustible, caractérisé en ce que la pile à combustible est selon l'une quelconque des revendications 1 à 3.

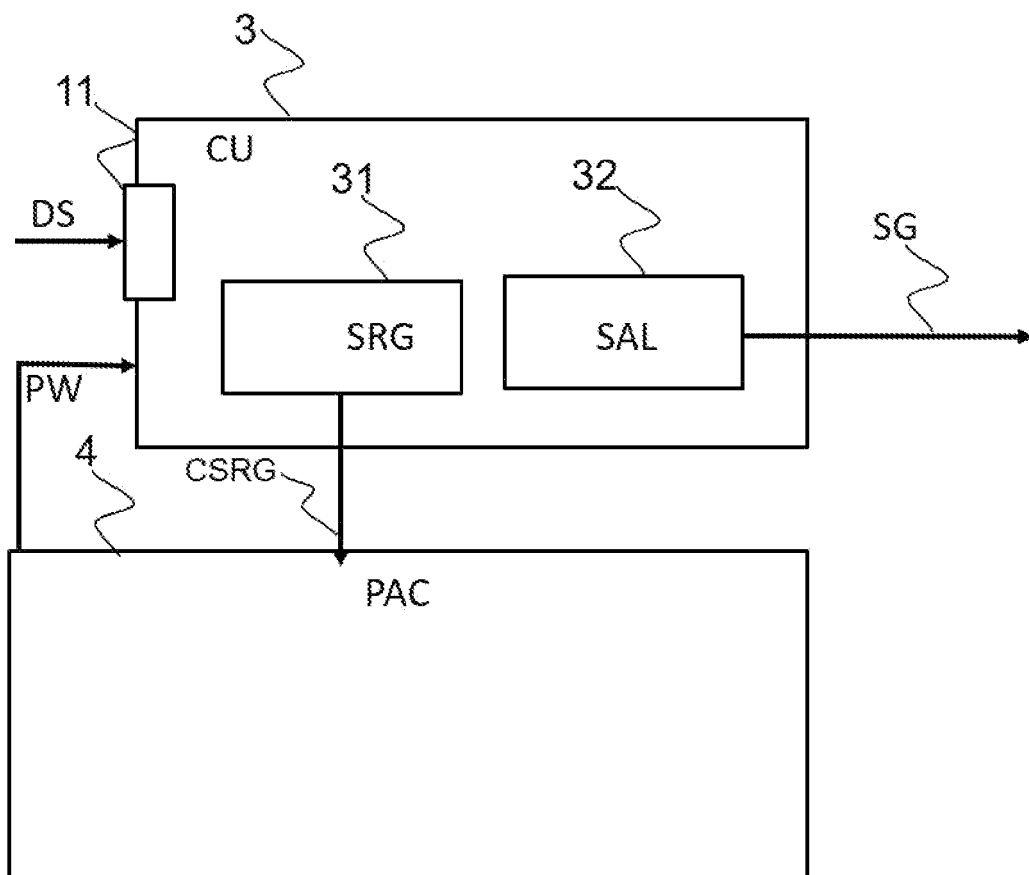
[Fig. 1]



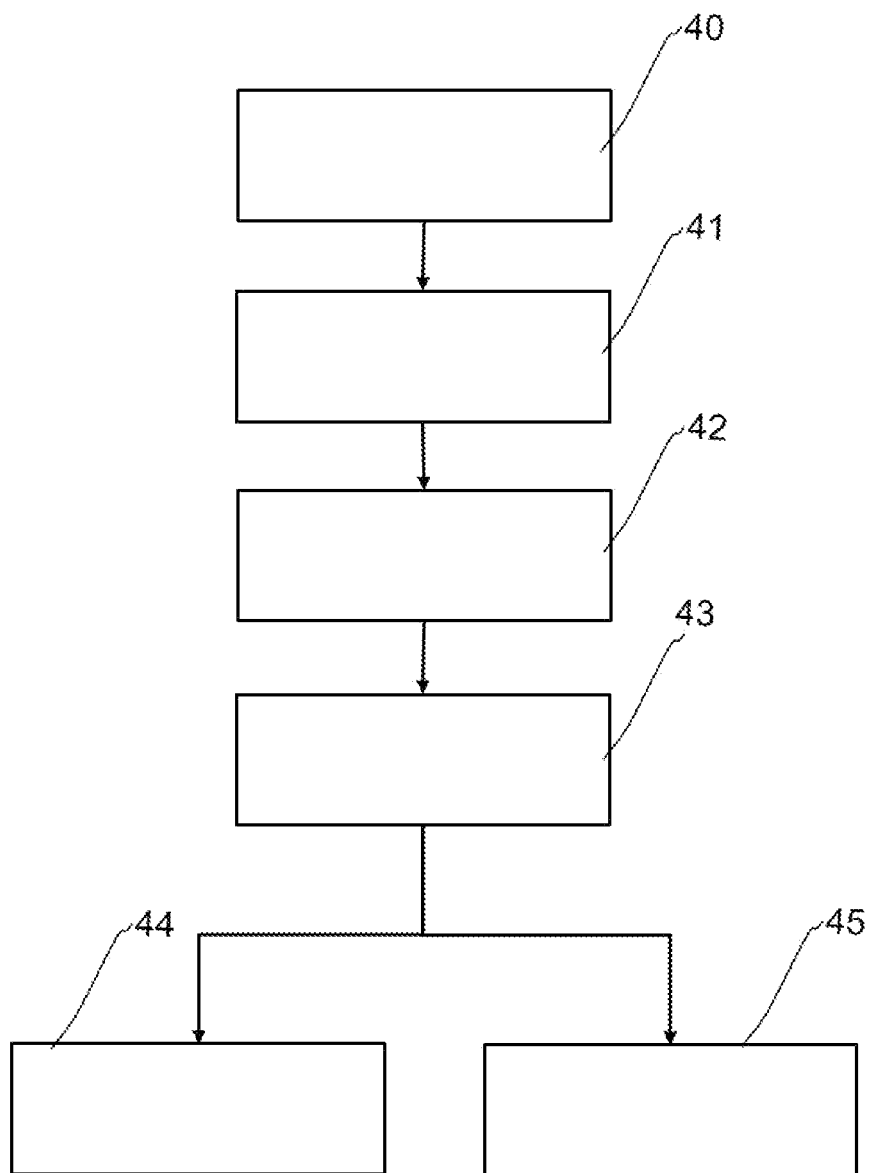
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 891568
FR 2101583

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2011/036356 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; LEMAIRE OLIVIER [FR] ET AL.) 31 mars 2011 (2011-03-31)	1,3-5, 7-9	H01M8/04089 H01M8/04537 H01M8/04664
A	* page 5, ligne 15 - page 6, ligne 20; figure 1 *	2,6	B60L50/70
A	----- US 9 819 035 B2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 14 novembre 2017 (2017-11-14) * page 3, ligne 25 - page 6, ligne 3 *	1-9	
A	----- US 2010/159341 A1 (UMAYAHARA KENJI [JP]) 24 juin 2010 (2010-06-24) * alinéas [0040] - [0042]; figures 1,2 *	1-9	
A	----- US 2004/081868 A1 (EDLUND DAVID J [US]) 29 avril 2004 (2004-04-29) * alinéa [0044]; figure 1 *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01M B60L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 décembre 2021		Barenbrug-van Druten	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
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		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2101583 FA 891568**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 02-12-2021
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2011036356 A1	31-03-2011	BR 112012007409 A2	06-12-2016
		CA 2774620 A1	31-03-2011
		CN 102598384 A	18-07-2012
		EP 2481118 A1	01-08-2012
		FR 2950739 A1	01-04-2011
		JP 2013506241 A	21-02-2013
		US 2012270130 A1	25-10-2012
		WO 2011036356 A1	31-03-2011
US 9819035 B2	14-11-2017	CA 2911377 A1	14-05-2016
		CN 105609814 A	25-05-2016
		DE 102015118814 A1	19-05-2016
		JP 2016096047 A	26-05-2016
		KR 20160057978 A	24-05-2016
		US 2016141686 A1	19-05-2016
US 2010159341 A1	24-06-2010	CN 101467294 A	24-06-2009
		DE 112007001372 T5	09-04-2009
		JP 5168821 B2	27-03-2013
		JP 2007329104 A	20-12-2007
		KR 20090020684 A	26-02-2009
		US 2010159341 A1	24-06-2010
		WO 2007142245 A1	13-12-2007
US 2004081868 A1	29-04-2004	AU 2003273326 A1	13-05-2004
		EP 1559156 A1	03-08-2005
		TW 1275280 B	01-03-2007
		TW 200623762 A	01-07-2006
		US 2004081868 A1	29-04-2004
		US 2008138677 A1	12-06-2008
		WO 2004038845 A1	06-05-2004