

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 10.03.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 15.09.23 Bulletin 23/37.

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 par  
actions simplifiée (SAS) — FR.

72 Inventeur(s) : LI HAI.

73 Titulaire(s) : PSA AUTOMOBILES SA Société par  
actions simplifiée (SAS).

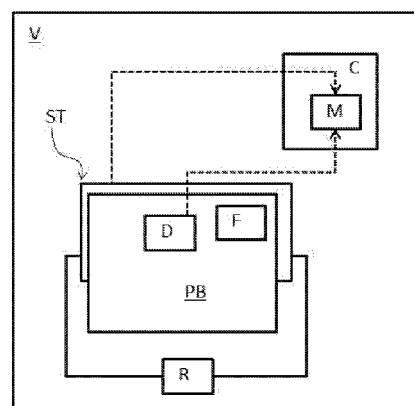
74 Mandataire(s) :

54 **SYSTEME DE DETECTION DE FUITE DE FLUIDE CALORIFIQUE OU DE PRESENCE D'EAU DANS UN PACK  
BATTERIE DE VEHICULE AUTOMOBILE, PROCEDE ET VEHICULE SUR LA BASE D'UN TEL SYSTEME.**

57 L'invention concerne un système de détection pour un pack batterie (PB) de véhicule (V), comprenant - des données d'un modèle d'apprentissage (M) de prédiction d'un gradient d'augmentation de température dudit pack (PB); - un moyen de détermination d'humidité relative pour déterminer l'évolution de l'humidité dans le pack batterie (PB); - une unité de détection (C); caractérisé en ce que ladite unité (C) comporte:- un moyen pour comparer une valeur d'augmentation de température à une valeur de température prédite via les données dudit modèle (M), et détecter une grande fuite de fluide calorifique si ladite valeur d'augmentation est supérieure à ladite valeur prédite; et- un moyen pour détecter une petite fuite de fluide ou de présence d'eau dans le pack batterie (PB) en cas d'augmentation de l'humidité relative.

L'invention concerne également un procédé et un véhicule (V) sur la base d'un tel système.

Fig. 1



## Description

### **Titre de l'invention : SYSTEME DE DETECTION DE FUITE DE FLUIDE CALORIFIQUE OU DE PRESENCE D'EAU DANS UN PACK BATTERIE DE VEHICULE AUTOMOBILE, PROCEDE ET VEHICULE SUR LA BASE D'UN TEL SYSTEME**

- [0001] L'invention se rapporte au domaine des systèmes de pack batterie de batterie de traction de véhicule automobile. L'invention concerne plus particulièrement la protection de telles batteries vis-à-vis de fuites d'eau et de l'humidité.
- [0002] Les fuites d'eau présentent un grand risque pour la batterie. Il peut arriver qu'un joint torique manquant entraîne une fuite à l'intérieur du pack batterie, qui endommagerait ensuite l'isolation électrique des modules électroniques de batterie, et ainsi mettrait le véhicule en arrêt.
- [0003] Au-delà de cela, les modules électroniques qui perdent leur isolation électrique vont au rebut parce que leur réutilisation n'est pas garantie par le fournisseur de la batterie. Ainsi, un défaut d'une pièce aussi simple qu'un joint entraîne une destruction d'une batterie beaucoup plus complexe.
- [0004] Une solution a été proposée dans l'industrie civile. Elle consiste en une détection d'eau via la conductivité électrique de l'eau. Dès que l'eau entoure un capteur et réalise une connexion entre des électrodes positive et négative du capteur, la présence de l'eau est détectée.
- [0005] Cette solution n'est pas satisfaisante car il faut de nombreux capteurs dans le pack batterie pour détecter la présence d'eau partout dans ledit pack.
- [0006] Une autre solution est décrite dans la demande de brevet WO2019035599. Elle se base sur le fait que l'eau se situe à un niveau inférieur du pack batterie par gravitation, et le fait qu'une partie refroidisseur pour des modules électroniques supérieurs ne fonctionne pas en raison du fluide manquant. Par conséquent les modules supérieurs sont plus chauds.
- [0007] Cette solution n'est pas pratique car la détection est très tardive. En effet, au début d'une fuite non explosive, il y a encore assez de fluide dans le circuit d'eau, et le refroidissement fonctionne quasiment bien, bien que le fluide devienne un mélange de fluide et air. Pendant cette période, un écart température est créé par l'absorption de chaleur de la batterie par le fluide calorifique, comme pendant une opération normale du système thermique de la batterie. C'est uniquement après un certain temps que la perte du fluide est tellement forte que la partie supérieure du refroidisseur ne comporte plus de fluide, et que l'écart de température entre modules électroniques devient une conséquence de l'absence du fluide. Dans les faits, cette détection est très proche du

fort détariage de système de gestion de batterie en raison de la surchauffe des modules électroniques.

[0008] Un objectif de la présente invention est de proposer une solution pratique pour la détection de la présence d'eau dans le pack batterie et la détection de la fuite de fluide calorifique du système thermique de la batterie.

[0009] Pour atteindre cet objectif, l'invention propose un système de détection pour un pack batterie sous forme de boîtier non-hermétique comprenant une batterie de traction de véhicule automobile, le système de détection comprenant :

- des données d'un modèle d'apprentissage automatique de prédiction d'un gradient d'augmentation de température du pack batterie, sur la base de paramètres de la batterie et de paramètres d'un système thermique de la batterie, le système thermique comprenant un fluide calorifique pour la batterie,

- un ventilateur à l'intérieur du pack batterie pour créer une circulation forcée d'air dans le pack batterie ;

- un moyen de détermination d'humidité relative pour déterminer l'évolution de l'humidité à l'intérieur du pack batterie ;

- une unité de détection ;

caractérisé en ce que l'unité de détection comporte :

- un moyen pour comparer une valeur d'augmentation de température à une valeur de température prédite via les données dudit modèle, et pour détecter une grande fuite de fluide calorifique si la valeur d'augmentation de la température est plus haute que la valeur prédite par ledit modèle ; et

- un moyen pour détecter une petite fuite de fluide calorifique ou une présence d'eau dans le pack batterie en cas d'augmentation de l'humidité relative.

[0010] Les termes « grande fuite » et « petite fuite » s'interprètent dans un sens relatif dans le cadre de la présente invention. La « grande fuite » implique significativement plus de quantité de fluide calorifique perdu que la « petite fuite ».

[0011] Avantageusement, l'invention offre à la fois une solution pour des grandes fuites et une solution pour les petites fuites. Elle se base sur la prédiction de température par l'apprentissage automatique. Elle offre une alerte plus en avance dans le temps et plus simple que les solutions actuelles.

[0012] La première solution est pour les grandes fuites, où la perte de fluide entraîne une dégradation notable de la performance du système thermique de la batterie. Par exemple, la demande de brevet FR2100225 propose une modélisation de l'apprentissage automatique pour le calcul d'un gradient de la température. Pendant la fuite de fluide calorifique, la performance du refroidisseur se détériore, et l'augmentation de la température est plus haute que la valeur prédite par ce modèle qui correspond à une opération normale. L'écart signale une perte de fluide, à savoir une grande fuite. Cette

solution détecte ladite fuite, soit à l'extérieur soit à l'intérieur du pack batterie.

[0013] La deuxième solution se base sur la mesure de l'humidité pour des petites fuites à l'intérieur du pack batterie entre des modules de la batterie, ou la présence d'eau. Il y a des cas où un petit chemin de fuite existe et le fluide s'accumule lentement dans le pack batterie. La performance thermique n'est impactée qu'après quelques jours voire semaines, et la première solution n'est donc pas appropriée. Avec l'eau dans le pack batterie, l'humidité est plus haute que la normale. Le niveau de l'humidité n'est pas un signal valide, parce qu'il pourrait être provoqué par l'entrée d'air humide d'atmosphère à travers la ventilation (« venting » en langue anglaise - composant de dégazage) du pack batterie. C'est l'évolution de l'humidité qui permet la détection de la fuite : avec de l'eau présente, l'humidité relative ne réduit pas dans la même ampleur que dans le cas contraire (sans eau) pendant le réchauffement du pack batterie. Cet écart indique la présence d'eau dans le pack batterie.

[0014] Selon une variante, les paramètres de la batterie comprennent l'état de charge, l'état de santé, la température de la batterie ; les paramètres du système thermique comprenant la puissance et le débit du fluide calorifique. Cela permet d'améliorer la précision du modèle.

[0015] Selon une variante, l'évolution de l'humidité relative est calculée par les formules suivantes :

$$[0016] \quad p_{H_2O}^* = 0.61094 \exp \left( \frac{17.627T}{T + 243.04} \right)$$

$$[0017] \quad p_{H_2O} = \varnothing p_{H_2O}^*$$

$$[0018] \quad \varnothing' = \frac{p_{H_2O}}{p_{H_2O}^*}$$

[0019] où

[0020]  $p_{H_2O}^*$  est la pression de vapeur saturante d'eau ;

[0021]  $T$  est la température en degrés Celsius ;

[0022]  $\varnothing$  est l'humidité relative ;

[0023]  $p_{H_2O}$  est la pression de vapeur de l'eau ;

[0024]  $\varnothing'$  est la nouvelle valeur d'humidité relative ; et  
 $p_{H_2O}^*$  est la nouvelle pression de vapeur saturante.

[0025] Cela permet de faciliter l'estimation de l'humidité relative.

[0026] Selon une variante, le système de détection comprend un moyen d'alerte pour signaler une détection de fuite de fluide calorifique ou de présence d'eau. Cela permet de signaler la détection à un utilisateur.

[0027] L'invention porte en outre sur un procédé de détection pour un pack batterie sous forme de boîtier non-hermétique comprenant une batterie de traction de véhicule au-

tomobile, coopérant avec un système thermique de la batterie, qui comprend un fluide calorifique pour la batterie, le procédé de détection comprenant les étapes suivantes :

- réaliser un modèle d'apprentissage automatique de prédiction d'un gradient d'augmentation de température du pack batterie, sur la base de paramètres de la batterie et de paramètres d'un système thermique de la batterie,
- réaliser une circulation forcée d'air à l'intérieur du pack batterie ;
- déterminer une humidité relative sur la base de l'évolution de l'humidité à l'intérieur du pack batterie ;

caractérisé en ce que le procédé comprend en outre une étape de détection de grande fuite de fluide calorifique d'une part, dans laquelle sont comparées une valeur d'augmentation de température à une valeur prédite via des données dudit modèle, pour détecter une grande fuite de fluide calorifique si la valeur d'augmentation de la température est plus haute que la valeur prédite par ledit modèle ; et d'autre part une étape de détection de petite fuite de fluide calorifique ou de présence d'eau dans le pack batterie en cas d'augmentation de l'humidité relative.

[0028] Selon une variante, les paramètres de la batterie comprennent l'état de charge, l'état de santé, la température de la batterie ; le système thermique comprenant un fluide calorifique pour la batterie, les paramètres du système thermique comprennent la puissance et le débit du fluide calorifique.

[0029] Selon une variante, l'évolution de l'humidité relative est calculée par les formules

[0030] 
$$p_{H_2O}^* = 0.61094 \exp \left( \frac{17.627T}{T + 243.04} \right)$$

[0031] 
$$p_{H_2O} = \varnothing p_{H_2O}^*$$

[0032] 
$$\varnothing' = \frac{p_{H_2O}}{p_{H_2O}^*}$$

[0033] où

[0034]  $p_{H_2O}^*$  est la pression de vapeur saturante d'eau ;

[0035]  $T$  est la température en degrés Celsius ;

[0036]  $\varnothing$  est l'humidité relative ;

[0037]  $p_{H_2O}$  est la pression de vapeur de l'eau ;

[0038]  $\varnothing'$  est la nouvelle valeur d'humidité relative ; et

[0039]  $p_{H_2O}^{*'}$  est la nouvelle pression de vapeur saturante.

[0040] Selon une variante, le procédé de détection comprend en outre une étape d'alerte pour signaler une détection de fuite de fluide calorifique ou de présence d'eau.

[0041] L'invention porte en outre sur un programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé de détection selon l'invention, lorsque ledit programme fonctionne sur un ordinateur.

- [0042] L'invention a également trait à un système de gestion de batterie de véhicule automobile comprenant un système de détection selon l'invention.
- [0043] L'invention porte en outre sur un véhicule automobile comprenant un système de détection selon l'invention.
- [0044] L'invention sera davantage détaillée par la description de modes de réalisation non limitatifs, et sur la base de la [Fig.1] annexée illustrant un mode de réalisation préféré de l'invention.
- [0045] L'invention concerne un système de détection pour un pack batterie PB sous forme de boîtier non-hermétique. Le pack batterie PB comprend une batterie de traction de véhicule automobile V.
- [0046] Le système de détection comprend des données d'un modèle d'apprentissage automatique M de prédiction. Ce modèle M permet de réaliser une prédiction d'un gradient d'augmentation de température du pack batterie PB. Ce modèle M est réalisé sur la base de paramètres de la batterie et de paramètres d'un système thermique ST de la batterie. Par exemple, ce système thermique ST comprend un refroidisseur R pour refroidir la batterie. La demande de brevet FR2100225 décrit en détail la réalisation d'un modèle convenant à l'invention.
- [0047] Le système de détection comprend en outre un moyen de détermination d'humidité relative pour déterminer l'évolution de l'humidité à l'intérieur du pack batterie PB. Ce moyen comprend par exemple un capteur d'humidité D couplé à une unité de détection C du système de détection. La détermination de l'humidité relative est détaillée plus bas.
- [0048] Selon l'invention, l'unité de détection C est configurée d'une part pour comparer une valeur d'augmentation de température à une valeur de température prédite via les données dudit modèle M. En outre, l'unité de détection est configurée pour détecter une fuite de fluide calorifique si la valeur d'augmentation de la température est plus haute que la valeur prédite par ledit modèle M.
- [0049] En outre, l'unité de détection C est d'autre part configurée pour détecter une présence d'eau dans le pack batterie PB en cas d'augmentation de l'humidité relative. Bien entendu, on peut envisager d'utiliser plus d'une unité dans le cadre de l'invention.
- [0050] Les fuites arrivent dans le pack batterie PB à différents niveaux. Parfois elles influent directement la performance thermique du pack batterie PB par la perte rapide de fluide dans le refroidisseur R. Parfois, elles introduisent de l'eau de petite quantité dans le pack batterie PB, où le court-circuit des modules batterie est le problème principal. Cette invention propose deux différentes solutions pour traiter les deux cas de fuite.
- [0051] La première solution se base sur la prédiction du gradient de température par apprentissage automatique. En complément du modèle décrit dans la demande de brevet FR2100225, le principe de la présente demande de brevet peut être résumé comme

suit.

- [0052] Premièrement, un gradient de l'augmentation de température dépend de paramètres de la batterie, en particulier l'état de charge (généralement abrégé SOC), l'état de santé (généralement abrégé SOH), la température de la batterie ; et de paramètres du système thermique ST, en particulier la puissance et le débit du fluide calorifique, étant donné que la conception du refroidisseur R est figée dans la configuration expérimentée.
- [0053] Une série d'expériences est à réaliser sur une matrice qui couvre toute la plage des paramètres impactants. Pour le SOH, il faut le faire début, au milieu et à la fin de la vie de la batterie. Un modèle de l'apprentissage automatique M est construit pour prédire le gradient de température.
- [0054] Deuxièmement, sur le véhicule V, le gradient de l'augmentation de température est mesuré et comparé aux mêmes conditions qu'avec la prédiction. L'écart considérable entre le gradient mesuré et le gradient prédit indique le dysfonctionnement de la batterie.
- [0055] Ici, il est important de séparer le phénomène d'emballement thermique (ou « thermal runaway » en langue anglaise) et le dysfonctionnement du refroidisseur R : le premier rend quelques cellules individuelles en grande chaleur avec un gradient très important, lorsque le dernier rend tous les modules électroniques de batterie en grande chaleur avec un gradient important mais pas extrême.
- [0056] Cette solution est beaucoup plus en avance dans le temps que le fort détarage (ou « derating » en langue anglaise) effectué par le système de gestion de batterie (généralement abrégé « BMS ») à cause de la surchauffe de la batterie, et donc donne plus de temps pour mettre le véhicule V en sécurité : par exemple pour stationner sur le côté de la route ou arrêter le rechargement.
- [0057] La deuxième solution se base sur l'évolution de l'humidité relative. Dans un espace fermé avec de l'eau, l'humidité relative est en théorie à 100% à l'équilibre thermique. En réalité cela n'est pas le cas, parce que la vapeur d'eau a des difficultés à diffuser dans l'espace entier à l'intérieur du pack batterie PB. Par conséquent, il est impossible de détecter la présence de l'eau par la mesure directe de l'humidité.
- [0058] Une autre raison qui rend l'usage de mesures de l'humidité invalide pour la détection de la présence d'eau est la respiration du pack batterie PB à travers la ventilation qui sert à maintenir une différence de pression entre extérieur et intérieur du pack en dessous de 50 mbar. Après avoir fonctionné, l'air à l'intérieur est chaud à cause de la production de chaleur de la batterie durant le roulage ou le rechargement. Après le refroidissement durant le stationnement, la température à l'intérieur du pack batterie PB s'abaisse, de même que la pression. Un air d'atmosphère humide entre dans le pack batterie PB via la ventilation. Par conséquent, il pourrait arriver qu'une haute humidité survienne à l'intérieur du pack batterie PB à cause de cette respiration.

[0059] Durant le réchauffement de l'air du pack batterie PB, soit par chauffage électrique durant le pré-conditionnement, soit par le fonctionnement de la batterie durant le roulage ou le rechargement, l'humidité relative s'abaisse parce que la pression de vapeur saturante d'eau augmente avec la température lorsque la quantité de vapeur d'eau à l'intérieur du pack batterie PB reste inchangée.

[0060] Avec de l'eau à l'intérieur du pack batterie PB, la diminution de l'humidité relative n'est pas de même mesure, elle est moins importante que dans la situation précédente. Cependant, cet écart apparaît uniquement sur à l'endroit où se situe l'eau, parce que l'air dans le pack batterie PB est stagnant et il n'apporte pas la vapeur d'eau dans tous les côtés de l'espace du pack batterie PB. Pour pouvoir détecter cet écart il faut mettre en place un ventilateur F à l'intérieur du pack batterie PB, qui sert à accélérer l'équilibre thermique de la vapeur d'eau dans l'espace intérieur par deux mécanismes :

- la circulation forcée d'air encourageant le transfert de chaleur entre l'air et l'eau, et ainsi l'évaporation d'eau ; et
- le flux d'air transportant la vapeur d'eau de la proximité de l'eau à d'autres zones, de sorte à promouvoir ainsi l'équilibre de la concentration de vapeur d'eau.

[0061] La pression de vapeur saturante d'eau,  $p_{H_2O}^*$ , peut être calculée par des équations empiriques, par exemple l'équation Magnus ci-dessous, où  $T$  est la température en degrés Celsius.

$$[0062] \quad p_{H_2O}^* = 0.61094 \exp \left( \frac{17.627T}{T + 243.04} \right)$$

[0063] La pression de la vapeur d'eau,  $P_{H_2O}$ , dans l'air du pack batterie PB avant le réchauffement peut être calculée par l'humidité relative, désignée par  $\phi$

$$[0064] \quad P_{H_2O} = \phi p_{H_2O}^*$$

[0065] Quand la température de l'air augmente, la nouvelle valeur de l'humidité relative est calculée via l'équation suivante en désignant la nouvelle valeur avec l'indice « ' ». La pression de la vapeur d'eau,  $P_{H_2O}$ , reste inchangée, lorsque la pression de vapeur saturante,  $p_{H_2O}^*$ , augmente.

$$[0066] \quad \phi' = \frac{P_{H_2O}}{p_{H_2O}^*}$$

[0067] Avec l'eau présente dans le pack batterie PB, la nouvelle humidité relative est plus haute. On n'attend pas en général une humidité relative à 100% malgré la présence d'un ventilateur F dans le pack batterie PB parce que l'évaporation d'eau est plus lente que l'augmentation de température. C'est uniquement quand l'eau se situe directement à proximité d'un capteur d'humidité D, que la valeur mesurée peut atteindre 100%.

[0068] Cette solution est appropriée pour des petites fuites ou des fissures où l'eau ne sort que goutte à goutte avec la présence d'une pression importante dans le circuit d'eau.



La performance du système thermique ST n'est pas impactée pendant quelques jours voire semaines. Cette petite quantité d'eau peut endommager l'isolation des modules électroniques de batterie. Cela implique un risque de grandes réparations.

[0069] En résumé, cette invention propose deux solutions respectivement pour détecter des grandes fuites qui détériorent considérablement la performance du refroidisseur R par une comparaison du gradient de température entre une valeur mesurée et une valeur prédite par un modèle de l'apprentissage automatique M développé pour un bon fonctionnement du système thermique ST, et pour la présence d'eau dans le pack batterie PB par une diminution de l'humidité relative moins importante pendant le réchauffement de l'air à l'intérieur du pack batterie PB en profitant la circulation forcée entraînée par un ventilateur F installé dans l'intérieur du pack batterie PB.

## Revendications

[Revendication 1]

Système de détection pour un pack batterie (PB) sous forme de boîtier non-hermétique comprenant une batterie de traction de véhicule automobile (V), le système de détection comprenant :

- des données d'un modèle d'apprentissage automatique (M) de prédiction d'un gradient d'augmentation de température du pack batterie (PB), sur la base de paramètres de la batterie et de paramètres d'un système thermique (ST) de la batterie, le système thermique (ST) comprenant un fluide calorifique pour la batterie,
- un ventilateur (F) à l'intérieur du pack batterie (PB) pour créer une circulation forcée d'air dans le pack batterie (PB) ;
- un moyen de détermination d'humidité relative pour déterminer l'évolution de l'humidité à l'intérieur du pack batterie (PB) ;
- une unité de détection (C) ;

caractérisé en ce que l'unité de détection (C) comporte :

- un moyen pour obtenir une valeur d'augmentation de température et une valeur de température prédite via les données dudit modèle (M), pour comparer la valeur d'augmentation de température à la valeur de température prédite, et pour détecter une grande fuite de fluide calorifique si la valeur d'augmentation de la température est plus haute que la valeur prédite par ledit modèle (M) ; et
- un moyen pour détecter une petite fuite de fluide calorifique ou une présence d'eau dans le pack batterie (PB) en cas d'augmentation de l'humidité relative.

[Revendication 2]

Système de détection selon la revendication 1, caractérisé en ce que les paramètres de la batterie comprennent l'état de charge, l'état de santé, la température de la batterie ; les paramètres du système thermique (ST) comprenant la puissance et le débit du fluide calorifique.

[Revendication 3]

Système de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que l'évolution de l'humidité relative est calculée par les formules suivantes

$$p_{H_2O}^* = 0.61094 \exp \left( \frac{17.627T}{T + 243.04} \right)$$

$$p_{H_2O} = \phi p_{H_2O}^*$$

$$\phi' = \frac{p_{H_2O}}{p_{H_2O}^*},$$

où

$p_{H_2O}^*$  est la pression de vapeur saturante d'eau ;

$T$  est la température en degrés Celsius ;

$\phi$  est l'humidité relative ;

$p_{H_2O}$  est la pression de vapeur de l'eau ;

$\phi'$  est la nouvelle valeur d'humidité relative ; et

$p_{H_2O}^{* '}$  est la nouvelle pression de vapeur saturante.

- [Revendication 4] Système de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen d'alerte pour signaler une détection de fuite de fluide calorifique ou de présence d'eau.
- [Revendication 5] Procédé de détection pour un pack batterie (PB) sous forme de boîtier non-hermétique comprenant une batterie de traction de véhicule automobile (V) coopérant avec un système thermique (ST) de la batterie, qui comprend un fluide calorifique pour la batterie, le procédé de détection comprenant les étapes suivantes :
- réaliser un modèle d'apprentissage automatique (M) de prédiction d'un gradient d'augmentation de température du pack batterie (PB), sur la base de paramètres de la batterie et de paramètres d'un système thermique (ST) de la batterie,
  - réaliser une circulation forcée d'air à l'intérieur du pack batterie (PB) ;
  - déterminer une humidité relative sur la base de l'évolution de l'humidité à l'intérieur du pack batterie (PB) ;
- caractérisé en ce que le procédé comprend en outre une étape de détection de grande fuite de fluide calorifique d'une part, dans laquelle sont obtenues puis comparées une valeur d'augmentation de température à une valeur prédite via des données dudit modèle (M), pour détecter une grande fuite de fluide calorifique si la valeur d'augmentation de la température est plus haute que la valeur prédite par ledit modèle (M) ; et d'autre part une étape de détection de petite fuite de fluide calorifique ou de présence d'eau dans le pack batterie (PB) en cas d'augmentation de l'humidité relative.
- [Revendication 6] Procédé de détection selon la revendication 5, caractérisé en ce que les paramètres de la batterie comprennent l'état de charge, l'état de santé, la température de la batterie ; le système thermique (ST) comprenant un fluide calorifique pour la batterie, les paramètres du système thermique (ST) comprennent la puissance et le débit du fluide calorifique.
- [Revendication 7] Procédé de détection selon l'une quelconque des revendications 5 à 6, caractérisé en ce que l'évolution de l'humidité relative est calculée par

les formules

$$p_{H_2O}^* = 0.61094 \exp \left( \frac{17.627T}{T + 243.04} \right)$$

$$p_{H_2O} = \phi p_{H_2O}^*$$

$$\phi' = \frac{p_{H_2O}}{p_{H_2O}^*}$$

où

$p_{H_2O}^*$  est la pression de vapeur saturante d'eau ;

$T$  est la température en degrés Celsius ;

$\phi$  est l'humidité relative ;

$p_{H_2O}$  est la pression de vapeur de l'eau ;

$\phi'$  est la nouvelle valeur d'humidité relative ; et

$p_{H_2O}^*$  est la nouvelle pression de vapeur saturante.

- [Revendication 8] Programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé de détection selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, lorsque ledit programme fonctionne sur un ordinateur.
- [Revendication 9] Système de gestion de batterie de véhicule automobile comprenant un système de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.
- [Revendication 10] Véhicule automobile (V) comprenant un système de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.



## RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement  
national

**FA 905028**  
**FR 2202089**

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                        | Revendication(s)<br>concernée(s) | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                                                     |                                  |                                                          |
| <b>A, D</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>WO 2019/035599 A1 (LG CHEMICAL LTD [KR])</b><br><b>21 février 2019 (2019-02-21)</b><br><b>* le document en entier *</b><br><p style="text-align: center;">-----</p> | <b>1-10</b>                      | <b>G01M3/00</b><br><b>G01R31/382</b><br><b>G01R31/36</b> |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>US 2018/062210 A1 (KIM DUK JUNG [KR])</b><br><b>1 mars 2018 (2018-03-01)</b><br><b>* le document en entier *</b><br><p style="text-align: center;">-----</p>        | <b>1-10</b>                      |                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                        |                                  | <b>DOMAINES TECHNIQUES<br/>RECHERCHÉS (IPC)</b>          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                        |                                  | <b>H01M</b>                                              |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                        | Examineur                        |                                                          |
| <b>17 octobre 2022</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        | <b>Scheid, Michael</b>           |                                                          |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul</p> <p>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</p> <p>A : arrière-plan technologique</p> <p>O : divulgation non-écrite</p> <p>P : document intercalaire</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>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.</p> <p>D : cité dans la demande</p> <p>L : cité pour d'autres raisons</p> <p>.....</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> </div> </div> |                                                                                                                                                                        |                                  |                                                          |

# **ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE** **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2202089 FA 905028**

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 **17-10-2022**  
 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<br>au rapport de recherche |  | Date de<br>publication |    | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|--|------------------------|----|-----------------------------------------|------------------------|
| WO 2019035599 A1                                |  | 21-02-2019             | CN | 110383029 A                             | 25-10-2019             |
|                                                 |  |                        | EP | 3569997 A1                              | 20-11-2019             |
|                                                 |  |                        | JP | 6777279 B2                              | 28-10-2020             |
|                                                 |  |                        | JP | 2020506379 A                            | 27-02-2020             |
|                                                 |  |                        | KR | 20190019616 A                           | 27-02-2019             |
|                                                 |  |                        | PL | 3569997 T3                              | 05-07-2021             |
|                                                 |  |                        | US | 2020292404 A1                           | 17-09-2020             |
|                                                 |  |                        | WO | 2019035599 A1                           | 21-02-2019             |
| -----                                           |  |                        |    |                                         |                        |
| US 2018062210 A1                                |  | 01-03-2018             | KR | 20180024545 A                           | 08-03-2018             |
|                                                 |  |                        | US | 2018062210 A1                           | 01-03-2018             |
| -----                                           |  |                        |    |                                         |                        |