

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 18.12.15.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.06.17 Bulletin 17/25.

(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) : RENAULT S.A.S — FR et NISSAN
MOTOR CO. LTD — JP.

(72) Inventeur(s) : YU ROBERT.

(73) Titulaire(s) : RENAULT S.A.S, NISSAN MOTOR CO.
LTD.

(74) Mandataire(s) : RENAULT SAS.

(54) PACK DE BATTERIE REFROIDIT PAR UN MATERIAU A CHANGEMENT DE PHASE A PRESSION
CONSTANTE.

(57) La présente invention concerne un dispositif de refroidissement d'un élément apte à chauffer.

Il comporte une enceinte fermée hermétiquement, contenant une quantité prédéterminée d'un matériau à changement de phase, apte à passer de la phase liquide à la phase vapeur lorsque l'élément chauffe.

L'enceinte contient également l'élément apte à chauffer, plongé dans le matériau à changement de phase, de sorte que ledit matériau passe de la phase liquide à la phase vapeur lorsque l'élément chauffe.

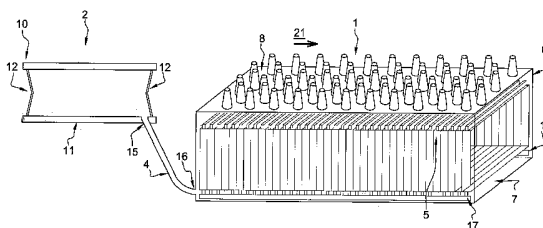
La quantité prédéterminée du matériau (7) permet, en phase liquide, de remplir l'enceinte.

Le dispositif comporte également des moyens de captation et de restitution du matériau dans l'enceinte, aptes d'une part à capter le matériau en phase liquide dans une partie inférieure de l'enceinte, lorsque le matériau en phase liquide s'évapore dans l'enceinte au contact de l'élément qui chauffe, l'augmentation du volume du matériau dans l'enceinte chassant ledit matériau de ladite enceinte, et aptes d'autre part à restituer le matériau en phase liquide dans l'enceinte lorsque le matériau en phase vapeur se condense sur au moins une paroi refroidie de l'enceinte située dans une partie supérieure de ladite enceinte, la diminution du vo-

lume du matériau dans l'enceinte aspirant le matériau dans ladite enceinte.

Ainsi, la pression dans l'enceinte reste quasiment constante malgré la variation du volume du matériau lorsqu'il change de phase.

Application : automobile



**Pack de batterie refroidit par un matériau à changement de phase à
pression constante**

La présente invention concerne un pack de batterie à refroidissement optimisé par matériau à changement de phase. Elle s'applique notamment, mais pas exclusivement, dans le domaine de l'automobile. Elle s'applique par exemple aux batteries de traction des véhicules électriques (VE) et des véhicules électriques hybrides (VEH).

La batterie de traction d'un VE ou d'un VEH, notamment une batterie de cellules électrochimiques de type lithium-ion (Li-ion), subit régulièrement des phases de charge et de décharge, entraînant un échauffement qui peut être important. Il est donc nécessaire de la refroidir efficacement afin, d'une part, de maintenir son niveau de performance, et d'autre part de limiter son vieillissement.

La densité de puissance de ces batteries a tendance à augmenter afin de satisfaire aux besoins en termes d'autonomie et de charge rapide. Un refroidissement par liquide, généralement de l'eau glycolée, permet de satisfaire à ces besoins. Mais l'eau étant également un bon conducteur électrique, un inconvénient de ce type de solution est que les contraintes de sécurité (e.g. pour éviter tout risque de court-circuit, notamment en cas de choc) les rendent très complexes à mettre en œuvre. Ainsi, l'eau est classiquement contenue dans une plaque, elle-même mise en contact avec les cellules électrochimiques. Le contact entre les cellules et l'eau est donc indirect, diminuant d'autant l'efficacité du système.

Dans le but de remédier à cet inconvénient, la demande de brevet WO2014176320A2 divulgue une batterie de VE comportant une enceinte remplie partiellement d'un matériau à changement de phase liquide-vapeur (« L-V PCM » pour « Liquid-Vapor Phase Change Material » selon la dénomination anglo-saxonne, comme de l'eau ou de l'alcool par exemple) et

fermée hermétiquement sous vide d'air. Des cellules électrochimiques prismatiques sont disposées verticalement au fond de l'enceinte, de sorte qu'un bord de chaque cellule trempe dans le PCM en phase liquide. L'enveloppe de chaque cellule est recouverte d'une fine structure hydrophile permettant au PCM liquide d'imbiber par capillarité l'ensemble de l'enveloppe. Le PCM passe de la phase liquide à la phase vapeur par échauffement dans la structure hydrophile, lorsque les cellules fonctionnent (durant les charges et les décharges). Différentes solutions y sont proposées pour recondenser le PCM, de telle sorte que le PCM retombe en gouttes sur les cellules recouvertes par la structure hydrophile. Ainsi, les cellules « baignent » dans le PCM liquide malgré la faible quantité de PCM dans l'enceinte.

L'inconvénient majeur de cette solution tient à la nécessité de garder le vide d'air dans l'enceinte pendant toute la durée de vie de la batterie, ce qui est très difficile à garantir compte-tenu des nombreux câbles et des contraintes d'ouverture de l'enceinte pour les opérations de service après-vente. En effet, si l'air entre dans l'enceinte, alors la pression y augmente au détriment des phénomènes d'évaporation/condensation du PCM, diminuant les performances de refroidissement. Il faut donc concevoir l'enceinte de telle sorte qu'elle soit doublement étanche : elle empêche l'air de rentrer à froid et empêche la vapeur de sortir à chaud. Concevoir une telle enceinte est complexe, nécessitant des joints spéciaux particulièrement coûteux.

Un autre inconvénient de cette solution tient à la tenue mécanique de l'enceinte : un pack batterie est volumineux (de l'ordre de 300 à 600 litres), il est généralement de forme plate pour faciliter son intégration au plus bas sur le véhicule et la partie supérieure de ses parois externes est de surface importante de l'ordre d'un mètre carré. Or, lors du fonctionnement du système à 0°C, l'amplitude de pression interne est de l'ordre de 1 à 3 bars selon le PCM utilisé. Par conséquent, les parois de l'enceinte doivent être suffisamment épaisses et rigides pour ne pas se déformer. Ce qui augmente le poids et le coût du pack.

L'invention a notamment pour but de remédier aux inconvénients précités, notamment en proposant une solution limitant la variation de pression à l'intérieur de l'enceinte, ceci en évitant notamment le vide d'air au repos du système. A cet effet, la présente invention a pour objet un dispositif de refroidissement d'un élément apte à chauffer. Il comporte une enceinte fermée hermétiquement, contenant une quantité prédéterminée d'un matériau à changement de phase, apte à passer de la phase liquide à la phase vapeur. L'enceinte contient également l'élément apte à chauffer, plongé dans le matériau à changement de phase, de sorte que ledit matériau passe de la phase liquide à la phase vapeur lorsque l'élément chauffe. La quantité prédéterminée du matériau permet, en phase liquide, de remplir l'enceinte. Le dispositif comporte également des moyens de captation et de restitution du matériau dans l'enceinte, aptes d'une part à capter le matériau en phase liquide dans une partie inférieure de l'enceinte, lorsque le matériau en phase liquide s'évapore dans l'enceinte au contact de l'élément qui chauffe, l'augmentation du volume du matériau dans l'enceinte chassant ledit matériau de ladite enceinte, et aptes d'autre part à restituer le matériau en phase liquide dans l'enceinte lorsque le matériau en phase vapeur se condense sur au moins une paroi refroidie de l'enceinte située dans une partie supérieure de ladite enceinte, la diminution du volume du matériau dans l'enceinte aspirant le matériau dans ladite enceinte. Ainsi, la pression dans l'enceinte reste quasiment constante malgré la variation du volume du matériau lorsqu'il change de phase.

Dans un mode de réalisation avantageux, les moyens de captation et de restitution peuvent inclure un réservoir à volume variable relié à l'enceinte par une conduite disposée de manière à capter et à restituer, dans une partie inférieure de l'enceinte, le matériau en phase liquide.

Dans ce mode de réalisation avantageux, le réservoir peut comporter au moins une paroi faite au moins partiellement d'un matériau déformable, la déformation dudit matériau pouvant permettre de faire varier le volume dudit réservoir.

Par exemple, le réservoir peut comporter deux parois faites d'un matériau déformable formant un soufflet.

Préférentiellement, un fluide de refroidissement peut circuler sur la face externe de la paroi supérieure de l'enceinte.

5 Avantageusement, la paroi peut comporter sur sa face externe et/ou sur sa face interne des ailettes.

Dans un mode de réalisation, les éléments aptes à chauffer peuvent être des cellules électrochimiques de stockage de l'électricité.

10 Dans un mode de réalisation, des résistances chauffantes peuvent être disposées au fond de l'enceinte, plongées dans le fluide en phase liquide, afin de réchauffer l'élément.

La présente invention a également pour objet une batterie de véhicule électrique ou hybride comportant un tel dispositif.

15

La présente invention a également pour objet un véhicule électrique ou hybride comportant une telle batterie.

20 La présente invention a encore pour principal avantage d'autoréguler la température de la batterie. En effet, tant que la température d'évaporation n'est pas atteinte, le liquide de refroidissement ne s'évapore pas. La chaleur dégagée par les cellules sert à chauffer la batterie et le liquide de refroidissement. Or, le fluide diélectrique ayant généralement une très faible conductivité thermique, de l'ordre de 2 à 3 fois la conductivité de l'air seulement
25 (soit 5000 fois moins que la cuivre), c'est un très bon isolant thermique. Ainsi, en hiver, lorsque la température ambiante est froide, la perte thermique vers l'air ambiant est quasiment nulle. Ce qui permet à la batterie de s'échauffer plus rapidement. L'échauffement rapide de la batterie permet d'améliorer son rendement, et donc l'autonomie du véhicule.

30

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard des figures annexées 1, 2, 3a, 3b, 4a, 4b et 4c qui illustrent un exemple de réalisation de l'invention.

5

La figure 1 illustre un exemple de réalisation selon l'invention, constitué par un pack batterie 1 dont la pression interne est atmosphérique lorsqu'il ne fonctionne pas. Le pack 1 comporte une enceinte 6 et un réservoir 2 à volume variable. Une conduite 4 relie la partie basse ou inférieure (de
10 préférence, mais non obligatoire) du réservoir 2 via un orifice 15 à la partie basse ou inférieure de l'enceinte 6 via un orifice 16. Dans l'enceinte 6 est disposé un assemblage de cellules électrochimiques 5 prismatiques de type « pouch » selon la terminologie anglo-saxonne, toutes sensiblement identiques. Une telle cellule est formée par empilement d'une électrode positive, de divers
15 séparateurs et d'une électrode négative. La conductivité thermique d'une cellule dans le sens du plan de ses électrodes, que l'on peut assimiler au plan de la cellule, est bien plus importante que dans le sens normal à ce plan. Ainsi, le refroidissement par les quatre bords permet de drainer plus efficacement les calories dégagées au sein de cellules que par les deux faces. Ainsi, les cellules
20 5 sont alignées avec leurs faces en contact l'une de l'autre et avec leurs quatre bords au contact d'un liquide diélectrique 7 à changement de phase versé dans l'enceinte 6, de manière à la remplir. Un dispositif de maintien des cellules 5, non illustré sur la figure 1, peut assurer la tenue mécanique et la connectivité de l'alignement des cellules 5, ainsi que limiter leur gonflement. Ce dispositif ne
25 doit néanmoins pas empêcher qu'une majeure partie des bords soit au contact avec le liquide 7. Un fluide froid 21, comme de l'air ou de l'eau par exemple, circule naturellement ou de manière forcée sur les parois externes de l'enceinte 6. Le fluide froid 21 passe autour de l'enceinte 6 afin de la refroidir. De préférence, on fait passer le fluide froid 21 autour des parties de parois non
30 mouillées de l'enceinte 6, par exemple sa partie supérieure formée par un couvercle 8, illustré en détails à la figure 2.

La figure 2 illustre le couvercle 8 plus en détail. Dans le présent exemple de réalisation, il se compose d'une paroi 20 comportant des ailettes 18 et 19 disposées respectivement à l'extérieur et à l'intérieur de l'enceinte 6. Par exemple, le fluide froid 21 peut être de l'air à température ambiante, s'il est à moins 35°C, ou de l'air refroidi par un système de climatisation, ou encore de l'air sortant de l'habitacle qui peut être de 15 à 20°C au-dessous de la température ambiante. Cette dernière solution évite l'utilisation d'un évaporateur spécifique, permettant ainsi non seulement de réduire les coûts du système, mais aussi la consommation énergétique.

Dans un premier temps, à partir du démarrage du cycle de charge ou de décharge du pack batterie 1, les cellules 5 chauffent le liquide 7, qui reste à l'état liquide jusqu'à ce que sa température d'évaporation soit atteinte. Il faut noter que, tant que le liquide 7 ne s'évapore pas, la batterie n'est pas refroidie et qu'elle s'échauffe. Par contre, dès que le liquide 7 commence à s'évaporer, cela provoque un refroidissement important et une augmentation significative du volume du fluide dans l'enceinte 6. En effet, le changement de volume est très important lors d'un changement de phase liquide-vapeur : s'il s'agit d'eau par exemple, alors un centimètre cube d'eau liquide devient un litre de vapeur d'eau. L'augmentation du volume du fluide 7 dans l'enceinte 6 pousse le liquide 7 de l'enceinte 6 vers le réservoir 2 jusqu'à remplissage complet du réservoir 2, le volume de la vapeur dans l'enceinte 6 atteint alors sa valeur maximale, et en même temps le phénomène de condensation de la vapeur 7 augmente. Si la puissance thermique du pack batterie 1 continue à augmenter, la pression dans l'enceinte 6 commence à augmenter. Cette augmentation de la pression s'accompagne d'un ralentissement du phénomène d'évaporation du liquide 7, puisque la température à laquelle le liquide 7 commence à s'évaporer augmente avec la pression. Ainsi la quantité de vapeur 7 (dans la suite de la présente demande, on référence de manière identique le liquide 7 et la vapeur 7, puisqu'il s'agit du même matériau 7 ayant changé de phase), donc la

pression, ainsi que la température dans l'enceinte 6 augmentent. Pendant toute la phase de montée en température des cellules 5, l'écart de température entre l'enceinte 6 et le fluide froid 21 augmente progressivement. Par conséquent, la vapeur 7 à l'intérieur de l'enceinte se condense au contact des parois de l'enceinte 6 refroidies par le fluide 21 : la chaleur est cédée au fluide froid 21 à travers ces parois froides. Notamment, la vapeur 7 située à l'intérieur de l'enceinte 6 se condense sur la paroi 20 et les ailettes 19.

Dans un deuxième temps, la pression et la température dans l'enceinte 6 se stabilisent, lorsque la quantité de vapeur 7 créée par le contact du liquide 7 avec les cellules chaudes 5 est égale à la quantité de vapeur 7 condensée aux parois froides, notamment la paroi 20.

Les figure 3a et 3b illustrent plus en détail le réservoir 2 à volume variable, dans un état gonflé par du liquide 7 et un état quasiment vide respectivement. Il est équipé d'un dispositif d'arrivée et de retour du liquide 7 depuis et vers l'enceinte 6 respectivement. Les figures 3a et 3b montrent le principe de fonctionnement de ces dispositifs. Par exemple, la variation du volume interne du réservoir 2 peut être assurée par deux parois déformables 12 formant un soufflet reliant une paroi rigide supérieure 10 à une paroi rigide inférieure 11. L'orifice 15 a été réalisé pour connecter le réservoir 2 à l'enceinte 6 via la conduite 4, comme illustré par la figure 1. Tout d'abord, la partie du liquide 7 au contact direct des cellules 5 s'évapore sous l'effet de la chaleur que dégagent ces cellules, le liquide 7 entre en ébullition et le volume global du liquide 7 dans l'enceinte 6 augmente. Par conséquent, la partie du liquide 7 située à proximité immédiate de l'orifice 16 est naturellement injectée dans le réservoir 2 via la conduite 4 et l'orifice 15. Pendant ce temps, la vapeur 7 remonte en bulles vers la paroi 20, où elle se condense pour repasser en phase liquide. Tant que le phénomène d'évaporation au contact des cellules 5 prédomine sur le phénomène de condensation au contact de la paroi 20, c'est-à-dire tant que, par unité de temps, la quantité de liquide 7 qui s'évapore est supérieure à la quantité de vapeur 7 qui se condense, alors l'injection naturelle

de liquide 7 dans le réservoir 2 se poursuit. Lorsque les deux phénomènes s'équilibrent, l'injection s'interrompt et l'on dit que le dispositif est en régime stabilisé : le volume du réservoir 2 ne varie plus. Il faut noter que le dispositif doit être dimensionné (i.e. le choix de son volume $V_{\max}$) pour fonctionner le plus souvent dans ce régime stabilisé, comme explicité ci-après. Lorsque le véhicule s'arrête, ou lorsqu'il fonctionne à un régime moins élevé, le phénomène d'évaporation au contact des cellules 5 diminue rapidement et le phénomène de condensation sur la paroi 20 se met à prédominer tout aussi rapidement, ceci jusqu'à condensation de l'intégralité de la vapeur 7, ce qui correspond à l'état initial. Les courbes des figures 4a, 4b et 4c illustrent plus en détail ces phénomènes.

Le fonctionnement du pack 1 selon l'invention est illustré par les figures 4a, 4b et 4c, qui représentent en fonction du temps t par des courbes continues, l'évolution de la température T du fluide 7, l'évolution de la pression interne P dans l'enceinte 6 et l'évolution du volume V du réservoir 2 respectivement. Afin de bien illustrer les avantages du pack 1 par rapport à l'art antérieur, des courbes discontinues représentent sur les figures 4a et 4b l'évolution de la température T et de la pression P respectivement dans un pack selon l'art antérieur refroidi par un L-V PCM, assemblé sous vide d'air comme l'illustre la valeur $P = -1$ bar sur la figure 4b à l'instant initial $t=0$ et dépourvu d'un dispositif comme le réservoir 2 à volume variable.

A l'instant initial $t=0$, le réservoir 2 présente son volume minimal de référence $V=0$, son soufflet 12 étant replié au maximum. Dans l'enceinte 6 remplie de liquide 7, la pression est atmosphérique de référence $P=0$, le couvercle 8 ayant été fermé sans qu'aucun moyen de mise sous vide n'ait été mis en œuvre. Le système est à température ambiante T de l'ordre de 10°C .

Lorsque le VE commence une phase de fonctionnement à $t=0$, qu'il s'agisse d'un roulage ou d'un rechargement, la température des cellules 5 et donc la température du liquide 7 dans l'enceinte 6 augmentent progressivement. Sous l'effet de cette augmentation de température, le liquide

7 à l'intérieur de l'enceinte 6 se dilate et est naturellement injecté dans le réservoir 2 via la conduite 4 et l'orifice 15. Le réservoir 2 se gonfle très doucement, mais la pression à l'intérieur de l'enceinte 6 reste constante, à la pression atmosphérique, comme illustré par la Figure 4b. Cette première phase est dite « monophasique », car le liquide 7 n'existe qu'à la seule phase liquide dans l'enceinte 6. Cette phase se poursuit jusqu'à un instant $t=1$ où la température du liquide 7 atteint sa température d'évaporation de l'ordre de 30°C. A partir de cet instant $t=1$, l'ébullition débute et une phase d'évaporation du liquide 7 commence, refroidissant rapidement les cellules 5.

10 L'évaporation du liquide 7 à partir de l'instant $t=1$ absorbe une quantité très importante de calories fournies par les cellules 5. Les bulles de vapeur 7 montent vers le haut dans l'enceinte 6. La quantité de gaz (vapeur 7) dans l'enceinte 6 augmente. Cette augmentation de la quantité de gaz dans le pack augmente légèrement la pression à l'intérieur de l'enceinte 6, ce qui

15 pousse le liquide 7 vers le réservoir 2 via la conduite 4 et l'orifice 15, dont le volume augmente plus rapidement. Et tant que le réservoir 2 n'est pas à son volume maximal V_{max} , la pression P à l'intérieur de l'enceinte 6 reste sensiblement égale à la pression atmosphérique de référence $P=0$. En contact avec les parois de l'enceinte 6, notamment la paroi 20, qui ont une température

20 plus basse que la température d'évaporation du fluide 7, la vapeur 7 se condense dans l'enceinte 6. Dans l'enceinte 6, le liquide 7 condensé retombe par gravité pour s'évaporer à nouveau. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que le réservoir 2 atteigne son volume maximal V_{max} à un instant $t=2$, le réservoir 2 ayant été préalablement dimensionné de sorte que son volume

25 V_{max} soit légèrement supérieur au volume maximal de vapeur 7 susceptible d'être générée dans l'enceinte 6, ceci compte-tenu de la puissance thermique maximale développée par les cellules 5, du volume initial de liquide 7 (i.e. le volume de l'enceinte 6) et en faisant l'hypothèse d'une température ambiante sensiblement égale à la température maximale d'utilisation du véhicule. La

30 pression dans l'enceinte 6 augmente alors très légèrement, de l'ordre de 0,2 bar seulement (i.e. quasiment constante), de sorte à s'équilibrer avec la pression à l'intérieur du réservoir 2. La température T dans l'enceinte 6

augmente simultanément à la pression, jusqu'à 40°C environ. Il est à noter que si la température ambiante est relativement basse, ou si la puissance thermique développée par les cellules 5 est relativement faible, alors la condensation de la vapeur 7 peut être rapide par rapport à l'évaporation du liquide 7. Il est donc tout à fait possible que nous parvenions à l'équilibre entre évaporation du liquide 7 en contact avec les cellules 5 et condensation de la vapeur 7 sur les parois externe avant que le réservoir 2 ne soit complètement gonflé à son volume V_{max} . Dans ce cas, la pression du système reste à la pression atmosphérique pendant tout le fonctionnement du système. Par contre, si cet équilibre arrive après que le réservoir 2 soit complètement gonflé, alors la pression augmente dans l'enceinte 6, mais cette augmentation de pression est très limitée : c'est un des avantages majeurs de l'invention d'avoir une amplitude de pression a de l'ordre de 0,2 bars seulement. Comparativement au pack selon l'art antérieur, on voit que, à amplitude de température identique comme illustré par la figure 4a (entre 10 et 40°C), l'amplitude de pression A est bien plus élevée dans le pack selon l'art antérieur, de l'ordre de 1,2 bars, comme illustré par la figure 4b. C'est aussi à ce moment que le phénomène de condensation de la vapeur 7 dans l'enceinte 6 atteint sa performance maximale. Ce processus d'évaporation-condensation sans pompe constitue le principal mode d'échange entre l'enceinte 6 et le fluide froid 21.

Il faut noter que, si la vitesse de condensation de la vapeur 7 dans l'enceinte 6 est inférieure à la vitesse d'évaporation du liquide 7 par les cellules 5, ce qui peut arriver si par exemple la température du fluide 21 est trop élevée, alors la quantité de vapeur 7 dans l'enceinte 6 continue à augmenter, de même que la pression et la température. Du coup, l'écart entre la température de la vapeur 7 et le fluide de refroidissement 21 augmente, améliorant la condensation de la vapeur 7. On atteint ainsi l'équilibre entre la vitesse de l'évaporation et la vitesse de la condensation et le système se stabilise en pression.

A l'arrêt de la phase de fonctionnement à un instant $t=3$ (le VE arrête le roulage ou le VE est débranché en fin de rechargement ou encore si la demande de puissance à la batterie diminue), le dégagement de chaleur par les

cellules 5 s'arrête ou diminue, et la phase d'évaporation du liquide 7 s'arrête ou diminue également. Mais la vapeur 7 continue à se condenser sur les parois externes de l'enceinte 6, notamment la paroi 20. La pression à l'intérieur de l'enceinte 6 redevient rapidement égale à la pression atmosphérique. Le

5 réservoir 2 se dégonfle progressivement, le liquide 7 étant ré-aspiré du réservoir 2 vers l'enceinte 6 via la conduite 4 et l'orifice 15, ceci jusqu'à disparition complète de la vapeur 7. La pression à l'intérieur de l'enceinte 6 est redevenue égale à la pression atmosphérique, alors que dans le pack selon l'art

10 antérieur, la pression interne revient à la valeur $P = -1$ bar correspondant au vide d'air.

Lorsque la température du pack batterie 1 est très basse, il peut être avantageux de la préchauffer avant le démarrage du véhicule, ou de la chauffer pendant le roulage. Ainsi, des résistances électriques 17 peuvent être insérées

15 au fond de pack pour faire évaporer le liquide 7, la vapeur ainsi créée chauffant les cellules en leur cédant des calories par condensation.

Comme illustré par la figure 4b, le principal avantage d'un pack selon l'invention est donc de toujours fonctionner à une pression proche de la

20 pression atmosphérique, évitant notamment toute dépression lorsqu'il revient à température ambiante. Il évite ainsi les contraintes d'étanchéité des packs selon l'art antérieur dans un pack selon l'art antérieur refroidis par un L-V PCM, assemblé sous vide d'air et dépourvu d'un dispositif comme le réservoir 2 à volume variable.

25

Un autre avantage d'un pack selon l'invention est qu'il ne nécessite pas l'utilisation d'une pompe pour faire circuler le L-V PCM. Encore un autre avantage est sa facilité d'intégration : le réservoir à volume variable pouvant

30 être raccordé à l'enceinte par une simple conduite souple, il peut-être disposé n'importe où sur le véhicule, que ce soit au dessus ou au dessous du pack, là où il y a de la place, sans même être exposé à une aération naturelle.

Encore un autre avantage de cette solution est le faible cout du système de chauffage du pack batterie 1 à partir des simples résistances 17 à bas coût.

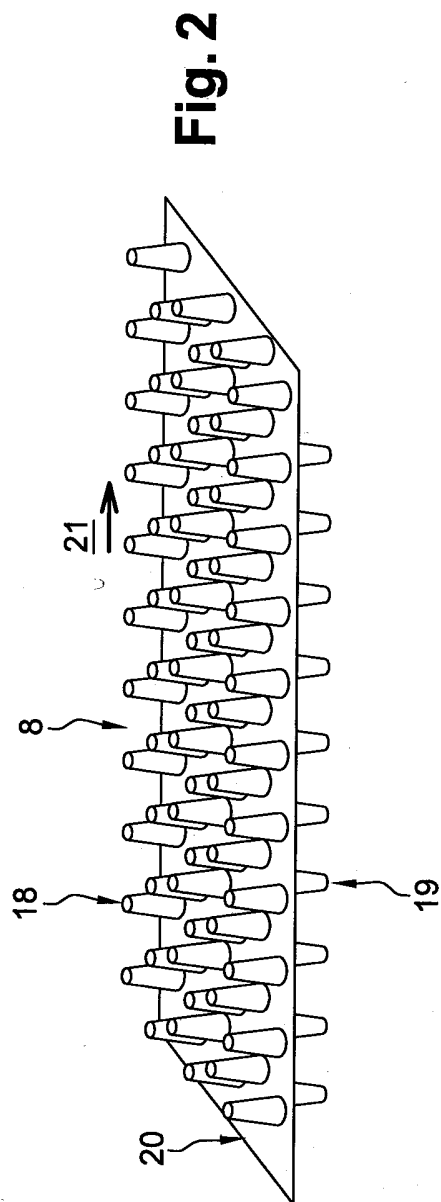
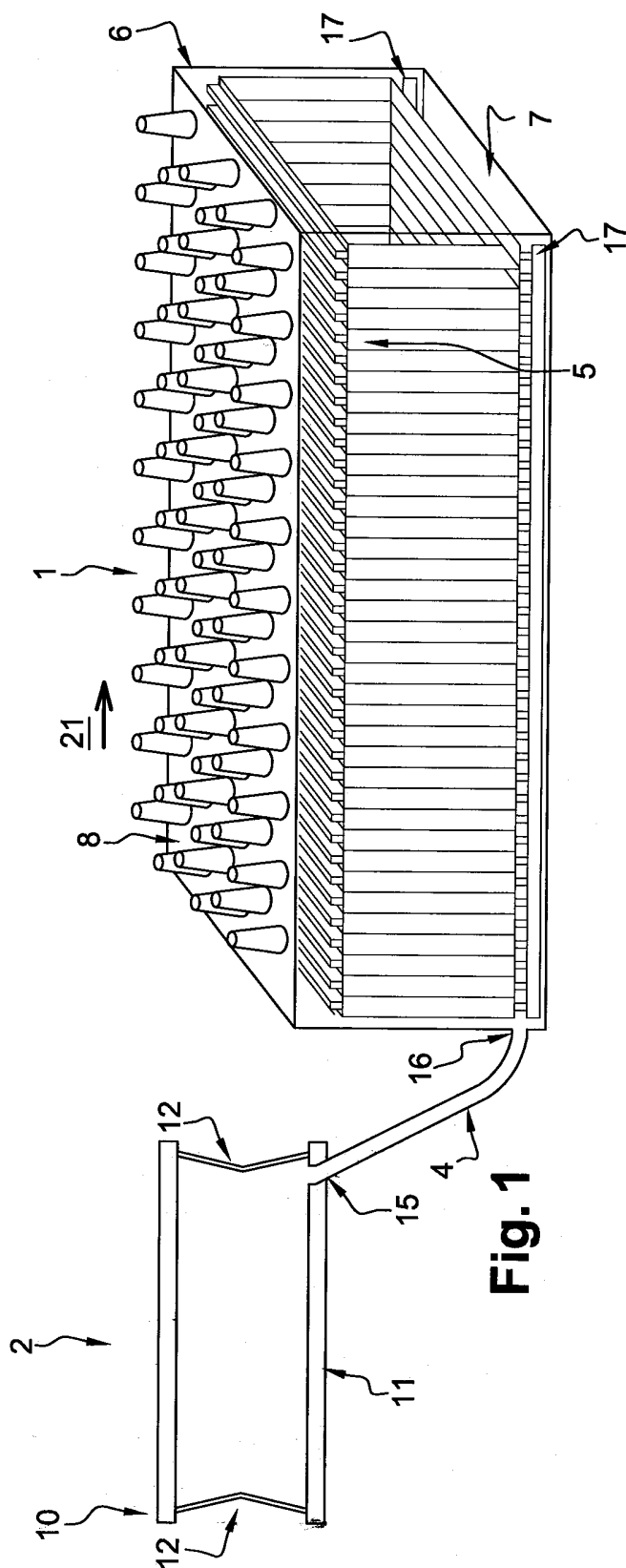
REVENDICATIONS

1. Dispositif de refroidissement d'un élément (5) apte à chauffer, le dispositif comportant une enceinte (6) fermée hermétiquement, l'enceinte contenant :
- 5 - une quantité prédéterminée d'un matériau (7) à changement de phase, apte à passer de la phase liquide à la phase vapeur ;
- l'élément (5) apte à chauffer, plongé dans le matériau à changement de phase, de sorte que ledit matériau passe de la phase liquide à la phase vapeur lorsque l'élément chauffe ;
- 10 le dispositif étant caractérisé en ce que la quantité prédéterminée du matériau (7) permet, en phase liquide, de remplir l'enceinte et en ce qu'il comporte en outre des moyens (2) de captation et de restitution du matériau dans l'enceinte, lesdits moyens étant aptes à :
- capter le matériau en phase liquide contenu dans une partie
- 15 inférieure de l'enceinte, lorsque le matériau en phase liquide s'évapore dans l'enceinte au contact de l'élément qui chauffe, l'augmentation du volume du matériau dans l'enceinte chassant le matériau de ladite enceinte, et ;
- restituer le matériau en phase liquide dans l'enceinte lorsque le
- 20 matériau en phase vapeur se condense au contact d'au moins une paroi refroidie (8) de l'enceinte située dans une partie supérieure de ladite enceinte, la diminution du volume du matériau dans l'enceinte aspirant le matériau dans ladite enceinte.
- 25 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (2) de captation et de restitution incluent un réservoir à volume variable relié à l'enceinte (6) par une conduite (4) disposée de manière à capter et à restituer, dans une partie inférieure de l'enceinte, le matériau (7) en phase liquide.
- 30 3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le réservoir (2) comporte au moins une paroi faite au moins partiellement d'un matériau

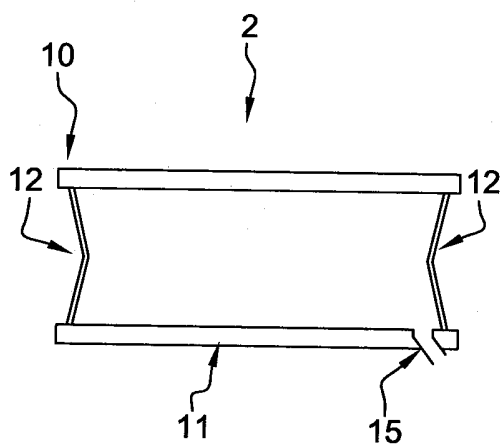
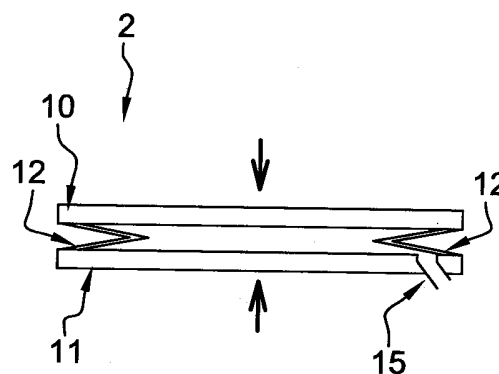
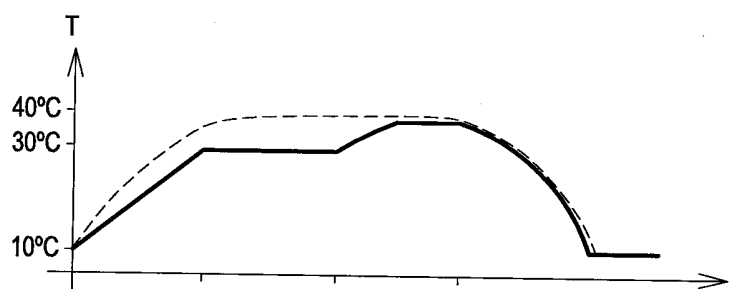
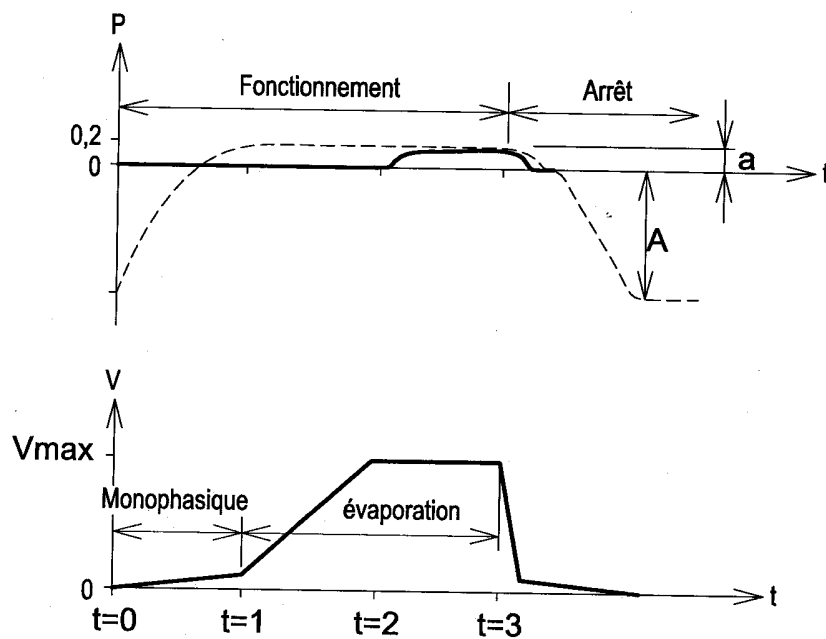
déformable, la déformation dudit matériau permettant de faire varier le volume dudit réservoir.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le réservoir (2)
5 comporte deux parois (12) faites d'un matériau déformable formant un soufflet.
5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un fluide (21) de refroidissement circule sur la face externe de la paroi (8) de l'enceinte (6).
- 10 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite paroi (8) est la paroi supérieure de l'enceinte (6).
7. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite paroi
15 comporte sur sa face externe et/ou sur sa face interne des ailettes (18, 19).
8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que des résistances chauffantes (17) sont disposées au fond de l'enceinte (6), plongées dans le fluide (7) en phase liquide, afin de réchauffer l'élément (5).
- 20 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments aptes à chauffer sont des cellules (5) électrochimiques de stockage de l'électricité.
- 25 10. Batterie de véhicule électrique ou hybride comportant un dispositif selon la revendication précédente.
11. Véhicule électrique ou hybride comportant une batterie selon la revendication précédente.

1/2



2/2

**Fig. 3a****Fig. 3b****Fig. 4a****Fig. 4b**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 821261
FR 1562727

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	JP S62 2471 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 8 janvier 1987 (1987-01-08)	1,5,6,9	F25D31/00 H01M10/6569 H01M10/613
Y	* le document en entier * -----	1-11	
Y	EP 2 950 379 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2 décembre 2015 (2015-12-02) * le document en entier * -----	1-11	
Y	GB 2 353 341 A (LUK LAMELLEN & KUPPLUNGSBAU [DE]) 21 février 2001 (2001-02-21) * le document en entier * -----	1-11	
Y	JP 2008 305575 A (DENSO CORP) 18 décembre 2008 (2008-12-18) * le document en entier * -----	1-11	
Y	US 2010/300654 A1 (EDWARDS DARVIN RENNE [US]) 2 décembre 2010 (2010-12-02) * le document en entier * -----	1-11	
Y	US 2014/057148 A1 (DAEMON PETER [AT] ET AL) 27 février 2014 (2014-02-27) * le document en entier * -----	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01M B60L F25D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 juillet 2016		Bidet, Sébastien	
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 1562727 FA 821261**

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 **01-07-2016**

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
JP S622471	A	08-01-1987	AUCUN	
EP 2950379	A1	02-12-2015	EP 2950379 A1	02-12-2015
			WO 2015180997 A1	03-12-2015
GB 2353341	A	21-02-2001	BR 0003577 A	03-04-2001
			DE 10038982 A1	01-03-2001
			ES 2168980 A1	16-06-2002
			FR 2797665 A1	23-02-2001
			GB 2353341 A	21-02-2001
			IT MI20001889 A1	14-02-2002
			JP 2001082402 A	27-03-2001
			KR 20010021281 A	15-03-2001
			US 6434935 B1	20-08-2002
JP 2008305575	A	18-12-2008	JP 5182546 B2	17-04-2013
			JP 2008305575 A	18-12-2008
US 2010300654	A1	02-12-2010	AUCUN	
US 2014057148	A1	27-02-2014	EP 2701219 A2	26-02-2014
			US 2014057148 A1	27-02-2014