

⑤④ Dispositif de thermorégulation et procédé de thermorégulation d'un module électrique.

②② Date de dépôt : 06.09.19.

③③ Priorité : 13.09.18 DE 10 2018 122 414.1.

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *Witzenmann GmbH* / — DE.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 20.03.20 Bulletin 20/12.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 19.03.21 Bulletin 21/11.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : EHRENBARGER David.

⑦③ Titulaire(s) : *Witzenmann GmbH* /.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET NUSS.



Description

Titre de l'invention : Dispositif de thermorégulation et procédé de thermorégulation d'un module électrique

- [0001] L'invention concerne un dispositif de thermorégulation pour un module électrique, en particulier pour un module de batterie ou pour un moteur électrique.
- [0002] L'invention concerne en outre un module électrique, en particulier un module de batterie ou un moteur électrique, avec un dispositif de thermorégulation selon l'invention.
- [0003] L'invention concerne enfin un procédé de thermorégulation d'un module électrique, en particulier d'un module de batterie ou d'un moteur électrique, en utilisant un dispositif de thermorégulation selon l'invention.
- [0004] On sait par le document EP 3 056 847 A1 qu'on peut thermoréguler un corps au moyen d'un système pour faire circuler autour du corps un fluide de thermorégulation. Le dispositif connu est caractérisé par le fait que le système de thermorégulation comprend au moins un flexible à ondes hélicoïdales enroulé à partir d'un ruban métallique, ledit flexible à ondes hélicoïdales étant disposé sur une surface périphérique du corps et entourant celle-ci au moins sectoriellement. Le flexible à ondes hélicoïdales forme à l'intérieur de son profil un espace d'écoulement libre hélicoïdal pour le fluide de thermorégulation. Comme un flexible à ondes hélicoïdales, de par son mode de construction, n'est pas totalement étanche aux fluides, un tube extérieur supplémentaire est prévu pour l'étanchéité.
- [0005] Selon l'état de la technique décrit ci-dessus, il s'est avéré désavantageux que, dans le cas d'une utilisation à des fins de refroidissement, la chaleur à dissiper doit traverser pour partie des parois du flexible à ondes hélicoïdales, ladite paroi étant même réalisée sectoriellement à double couche. Du fait de la nécessaire solution en plusieurs parties, avec un tube extérieur, il en résulte une dépense financière et de matériel relativement élevée. De plus, il se produit des pertes de pression relativement élevées en raison du fait que la conduite de l'écoulement s'effectue par un unique canal d'écoulement, qui est long.
- [0006] Afin d'éviter les problèmes mentionnés ci-dessus, il existe donc un besoin d'un dispositif de thermorégulation destiné d'une manière générale à des corps à thermoréguler (c'est-à-dire à réchauffer ou à refroidir), avec lequel on puisse effectuer une thermorégulation uniforme et efficace avec une perte de pression la plus faible possible ou réglable de manière définie et si possible sans écart du flux massique, tandis que la dépense financière et de matériel doit être réduite.
- [0007] L'invention atteint ce but par un dispositif de thermorégulation selon l'invention, par

un module électrique selon l'invention ainsi que par un procédé selon l'invention.

[0008] Un dispositif de thermorégulation selon l'invention pour un module électrique, en particulier pour un module de batterie ou pour un moteur électrique, présente : une enveloppe dotée d'un espace intérieur et conçue ou réalisée pour recevoir quasiment totalement le module électrique, à l'exception de contacts de connexion électrique et/ou d'un arbre de sortie de ce module, ladite enveloppe comprenant une partie de paroi tubulaire ; dans la partie de paroi tubulaire, au moins une région structurée dans laquelle l'enveloppe (présente une pluralité de régions profilées discrètes, lesdites régions profilées s'étendant au moins pour partie et/ou au moins sectoriellement transversalement à un axe longitudinal de la partie de paroi tubulaire ; au moins une conduite d'alimentation pour apporter un fluide de thermorégulation à l'espace intérieur, ladite conduite d'alimentation débouchant dans l'espace intérieur dans une première partie distributrice et collectrice ; et au moins une conduite d'évacuation pour le fluide de thermorégulation, ladite conduite d'évacuation étant déviée ou dérivée à partir d'une deuxième partie distributrice et collectrice dans l'espace intérieur de l'enveloppe ; dans lequel un nombre partiel des régions profilées discrètes se raccordent, au niveau de leurs premières et deuxièmes parties terminales respectives, avec modification continue de leur allure respective, à la première partie distributrice et collectrice ou à la deuxième partie distributrice et collectrice de l'enveloppe.

[0009] L'expression « module électrique » désigne ici d'une manière générale un corps à thermoréguler, qui est alimenté en énergie électrique ou fournit une telle énergie et qui dispose en conséquence de contacts de connexion électrique (bornes). Dans le cas d'un moteur électrique, un arbre de sortie peut être en outre présent.

[0010] Les parties distributrices et collectrices peuvent être réalisées de préférence sous la forme de régions tubulaires lisses, dans lesquelles l'enveloppe ne présente donc pas du tout de structuration particulière. C'est avantageux pour des raisons de guidage de l'écoulement ; toutefois, l'invention n'est pas limitée à une telle configuration.

[0011] Un dispositif de thermorégulation selon l'invention sert à recevoir quasiment totalement un tel module électrique. Dans ce contexte, « quasiment totalement » signifie qu'au moins les contacts de connexion électrique précités et/ou l'arbre de sortie du module électrique peuvent dépasser hors de l'enveloppe, afin en particulier de monter des lignes de connexion électrique ou encore de rendre utilisable la force motrice produite par le moteur électrique. Ladite enveloppe comprend une partie de paroi tubulaire, ce qui signifie que cette partie de paroi est réalisée circonférentiellement fermée. Dans la partie de paroi tubulaire se trouve au moins une région structurée dans laquelle l'enveloppe présente une pluralité de régions profilées discrètes, c'est-à-dire séparées. Lesdites régions profilées s'étendent au moins pour partie et/ou au moins sectoriellement transversalement à un axe longitudinal de la partie de paroi tubulaire.

Au moins un nombre partiel des régions profilées discrètes se raccordent, au niveau de leurs premières et deuxième parties terminales respectives, avec modification continue de leur allure respective, à la première partie distributrice et collectrice ou à la deuxième partie distributrice et collectrice de l'enveloppe. Dans ce contexte, l'expression « avec modification continue » signifie qu'il s'effectue seulement une modification progressive de l'allure de l'étendue précitée transversalement à l'axe longitudinal de la partie de paroi tubulaire à l'intérieur de la partie distributrice et collectrice. On doit ainsi empêcher des turbulences incontrôlées, ce qui limite les pertes de pression et améliorer l'action de thermorégulation. Le dispositif de thermorégulation selon l'invention comprend en outre une conduite d'alimentation pour un fluide de thermorégulation, ladite conduite d'alimentation débouchant dans la première partie distributrice et collectrice. Enfin, une conduite d'évacuation pour le fluide de thermorégulation est encore présente, ladite conduite d'évacuation étant déviée ou dérivée à partir de la deuxième partie distributrice et collectrice. Le fluide de thermorégulation parvient ainsi via la conduite d'alimentation dans la première partie distributrice et collectrice et est dirigé de là vers la région structurée ou encore les régions profilées discrètes. Après s'être écoulé à travers ces régions, le fluide de thermorégulation parvient dans la deuxième partie distributrice et collectrice et de là dans la conduite d'évacuation précitée. On obtient ainsi une répartition du flux massique pour le fluide de thermorégulation, qui est dirigé tout autour des régions profilées discrètes et/ou entre celles-ci. Le résultat est une perte de pression contrôlée et une action de thermorégulation améliorée.

[0012] En raison de la similitude du dispositif de thermorégulation selon l'invention avec un soufflet (métallique) en soi connu, la solution selon l'invention peut aussi être appelée « soufflet de refroidissement » ou d'une manière générale « soufflet de thermorégulation ». Comme les machines et processus nécessaires pour sa fabrication sont connus, on obtient en outre une possibilité de fabrication simple et donc économique. On n'a pas besoin d'étanchéification extérieure supplémentaire.

[0013] Un procédé selon l'invention de thermorégulation d'un module électrique, en particulier d'un module de batterie ou d'un moteur électrique, avec un dispositif de thermorégulation selon l'invention, est caractérisé en ce qu'un fluide de thermorégulation, de préférence de l'eau, optionnellement avec des additifs, une huile ou un diélectrique, par exemple des liquides de spécialité (ou dits de haute technologie) 3M™ Novec™, est dirigé via une conduite d'alimentation à travers l'espace intérieur de l'enveloppe dans la région structurée de la partie de paroi tubulaire jusqu'à la conduite d'évacuation. Ce faisant, un guidage ciblé de l'écoulement du fluide de thermorégulation a lieu dans la zone des régions profilées discrètes, comme on l'a déjà mentionné.

- [0014] Une configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention prévoit qu'une direction d'écoulement principale du fluide de thermorégulation dans la première partie distributrice et collectrice dans la région de la conduite d'alimentation et/ou dans la deuxième partie distributrice et collectrice dans la région de la conduite d'évacuation est sensiblement parallèle à l'axe longitudinal de la partie de paroi tubulaire. Le fluide de thermorégulation peut ainsi être introduit dans la première partie distributrice et collectrice, respectivement évacué de la deuxième partie distributrice et collectrice, en parallélisme axial avec une réduction correspondante de l'encombrement.
- [0015] D'une manière correspondante, une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention peut prévoir que la conduite d'alimentation et/ou la conduite d'évacuation soit orientée sensiblement transversalement à l'axe longitudinal de la partie de paroi tubulaire.
- [0016] Selon encore une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention, il peut être prévu que la partie de paroi tubulaire présente deux régions structurées de préférence diamétralement opposées et deux parties distributrices et collectrices de préférence diamétralement opposées. On peut ainsi obtenir une action de refroidissement la plus uniforme possible relativement à la circonférence du module électrique. L'invention n'est toutefois en aucun cas limitée à de telles configurations : il peut être par exemple avantageux de ne pas disposer les parties distributrices et collectrices diamétralement opposées, mais conjointement sur un côté du module électrique. Les régions profilées discrètes sur un des côtés du module électrique s'étendent alors sur une partie nettement plus longue que les régions profilées discrètes sur l'autre côté du module électrique. On peut ainsi influencer d'une manière ciblée sur l'action de thermorégulation. L'électronique de puissance d'un moteur électrique peut être par exemple disposée dans la région de la partie plus courte, afin d'y optimiser de manière ciblée l'action de thermorégulation.
- [0017] Une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention prévoit que les régions profilées discrètes (également appelées « profils ») sont réalisées sous la forme de régions en relief ou sous la forme de régions en renfoncement de l'enveloppe. Ce faisant, il n'est pas nécessaire que les profils (également appelé en variante « fin pins ») soient toujours réalisés jusqu'à la surface périphérique (surface extérieure) du module électrique ; ils peuvent aussi constituer seulement un rétrécissement de l'espace libre de passage, c'est-à-dire une réduction (locale) de la hauteur du canal entre la partie de paroi tubulaire extérieure et le module électrique situé à l'intérieur. On peut ainsi reproduire la fonction d'un étranglement pour l'écoulement du fluide de thermorégulation autour du module électrique. De plus, on obtient ainsi la possibilité d'un sertissage, afin de renforcer le matériau (en tôle) de

l'enveloppe. La réduction de la hauteur du canal produit en outre une augmentation de la vitesse d'écoulement du fluide de thermorégulation, ce qui influe à son tour sur la formation d'une couche marginale et donc sur le comportement de transmission de chaleur. En remplacement ou en complément de profils dirigés vers l'intérieur sous la forme par exemple de bosselures ou de dépressions, on peut aussi prévoir des profils vers l'extérieur (augmentation de la hauteur du canal).

- [0018] Une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention prévoit qu'au moins quelques-unes des régions profilées discrètes sont réalisées relativement longues par rapport à leur largeur et présentent de préférence une section sensiblement constante. Il s'agit donc pour l'essentiel d'ondes ou ondulations oblongues, comme on les connaît pour des flexibles ondulés ou des soufflets.
- [0019] Une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention prévoit que les quelques régions profilées discrètes sont réalisées rectilignes ou cintrées, et ce de préférence dans la région de leurs premières et deuxième parties terminales. La forme donnée aux régions précitées peut ainsi être utilisée pour influencer de manière ciblée sur l'écoulement.
- [0020] Une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention prévoit qu'au moins quelques-unes des régions profilées discrètes sont réalisées en forme de gouttes ou de régions aérodynamiques ou en forme de profils dits NACA, par exemple NACA 0015. Les profils NACA sont des profils aérodynamiques pour les ailes d'avions développés par le Comité consultatif national pour l'aéronautique (NACA, ÉUA), cf. fr.wikipedia.org/wiki/Profil_NACA. Les paramètres d'écoulement de contournement sont donc bien connus et peuvent être sélectionnés de manière ciblée pour produire un comportement d'écoulement souhaité.
- [0021] Les profils NACA sont des variantes d'un profil de base. En vue d'une description uniformisée des profils, le NACA a élaboré de nombreux tableaux de profils pour les différents profils NACA (catalogue NACA). Ces tableaux contiennent des données géométriques et les coefficients des profils (coefficient de portance c_A , coefficient de résistance c_W et coefficient de moment c_M) pour les différents angles d'attaque. Ces acquis peuvent être utilisés dans le cadre de l'invention. Le fluide de thermorégulation afflue de préférence sur les profils NACA de telle sorte que leur extrémité plus épaisse est disposée en amont.
- [0022] Par l'introduction de profils aérodynamiques (exemple NACA 0015), on peut obtenir avec seulement une augmentation modérée de la perte de pression, par rapport à des canaux où le flux s'écoule en parallèle, une nette augmentation de la performance de transmission de chaleur.
- [0023] Une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention prévoit que, dans la direction d'écoulement du fluide de thermorégulation,

au moins quelques-unes des régions relativement longues et au moins quelques-unes des régions en forme de gouttes, aérodynamiques ou à profils NACA sont disposées sensiblement en succession dans la direction d'écoulement. On peut ainsi influencer de manière ciblée sur l'écoulement du fluide de thermorégulation et donc sur l'action de thermorégulation. Une disposition décalée des profils (« en chicane ») est également possible.

- [0024] Une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention prévoit que, dans la direction d'écoulement du fluide de thermorégulation, au moins quelques-unes des régions relativement longues et au moins quelques-unes des régions en forme de gouttes, aérodynamiques ou à profils NACA sont disposées sensiblement en parallèle. Cela permet également d'influer de manière ciblée sur le comportement d'écoulement et sur l'action de thermorégulation.
- [0025] Une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention prévoit que les régions relativement longues définissent un canal d'écoulement en méandres, dans lequel les régions en forme de gouttes, aérodynamiques ou à profils NACA sont disposées sensiblement en succession. Les régions relativement longues peuvent ainsi assurer un allongement effectif du canal d'écoulement, tandis que les régions en forme de gouttes, aérodynamiques ou à profils NACA assurent une configuration ciblée de l'écoulement à l'intérieur de ce canal d'écoulement.
- [0026] À nouveau une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention prévoit que la partie de paroi tubulaire présente une section ronde, en particulier circulaire, ou une section ovale, et est de préférence soit réalisée d'un seul tenant, soit composée d'au moins deux demi-coques. Les deux demi-coques peuvent être ici réunies par liaison de matière dans les parties distributrices et collectrices. Cette section ronde, en particulier circulaire, ou ovale, du dispositif de thermorégulation convient bien pour recevoir des corps à symétrie de révolution ou des piles prismatiques (éléments prismatiques), ce qui décrit une géométrie courante des éléments de batterie ou modules de batterie actuellement utilisés dans le domaine de la mobilité électrique. Si la partie de paroi tubulaire est composée de demi-coques, celles-ci peuvent être fabriquées d'une manière particulièrement économique sous la forme de simples pièces embouties.
- [0027] Une configuration supplémentaire spécifique du dispositif de thermorégulation selon l'invention prévoit que la conduite d'alimentation et la conduite d'évacuation sont disposées à une extrémité commune de la partie de paroi tubulaire. Cela peut en particulier avoir pour effet une possibilité de raccordement particulièrement simple du dispositif de thermorégulation.
- [0028] Toutefois, une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation

selon l'invention prévoit que la conduite d'alimentation et la conduite d'évacuation sont disposées à des extrémités différentes de la partie de paroi tubulaire. On peut ainsi obtenir une action de thermorégulation plus homogène.

[0029] Par contre, selon encore une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention, il peut être prévu que la conduite d'alimentation et/ou la conduite d'évacuation soit ou soient disposée(s) dans une région centrale de la partie de paroi tubulaire, relativement à une étendue longitudinale de cette dernière. De la sorte également, on peut influencer de manière ciblée sur l'action de thermorégulation.

[0030] Afin d'améliorer encore plus l'action de thermorégulation, encore une autre configuration supplémentaire du dispositif de thermorégulation selon l'invention peut prévoir que l'enveloppe présente une partie de paroi frontale fermant la partie de paroi tubulaire au moins sur un côté frontal, de préférence à l'exception d'une traversée de contacts de connexion électrique ou d'un arbre de sortie. Cette partie de paroi frontale peut comprendre au moins une autre région structurée dans laquelle l'enveloppe présente une pluralité de régions profilées discrètes du type précité. Ces régions structurées frontales peuvent se raccorder à la première partie distributrice et collectrice ou à la deuxième partie distributrice et collectrice, respectivement associées. Le dispositif de thermorégulation selon l'invention est ainsi complété d'organes de thermorégulation frontaux configurés de façon sensiblement analogue à l'organe de thermorégulation dans la partie de paroi tubulaire, afin d'améliorer encore l'action de thermorégulation.

[0031] Selon un autre aspect, l'invention concerne aussi un module électrique, en particulier un module de batterie ou un moteur électrique, avec un dispositif de thermorégulation selon l'invention. Le module électrique est reçu dans la partie de paroi tubulaire et peut ce faisant s'appliquer au moins dans la région structurée contre la partie de paroi tubulaire en question, sans que l'invention soit limitée à cela, comme on l'a décrit plus haut. Afin d'empêcher en particulier un écart du flux massique et afin de produire en outre un renforcement du module électrique reçu, il peut être en outre encore prévu que le module électrique et le dispositif de thermorégulation soient fixement reliés entre eux dans au moins une région, en particulier par liaison de matière dans la région de dépressions ou de renforcements dans la région structurée. On peut ainsi, en particulier pour des éléments de batterie, s'opposer à une déformation par des attaques chimiques et thermiques.

[0032] Un procédé préféré de fabrication d'un dispositif de thermorégulation selon l'invention est l'hydroformage. Des étapes possibles du procédé sont ici :

1. fabrication d'un boîtier de module électrique à paroi relativement épaisse ;
2. enfilage (éventuellement avec assistance thermique) d'un manchon à paroi mince en métal (acier) avec branchement hydraulique ;

3. soudage étanche (en bout) des deux interstices annulaires restant présents entre le boîtier de module et le manchon et reproduction de lignes aérodynamiques et/ou de pannes de transmission de chaleur (les régions profilées discrètes selon l'invention) sur le manchon, par exemple par une soudure à la molette ou une soudure au laser ;
4. configuration des canaux de refroidissement (espace d'écoulement ou encore canaux d'écoulement) par hydroformage libre de l'enveloppe extérieure à paroi mince via le branchement hydraulique (éventuellement avec soutien du boîtier intérieur porteur) ;
5. le branchement hydraulique forme de préférence également en utilisation l'interface pour l'injection et l'extraction du flux de fluide de thermorégulation (conduite d'alimentation/conduite d'évacuation).

- [0033] Un stator déjà monté d'un moteur électrique (en tant que module électrique envisageable) peut servir à soutenir le boîtier intérieur. De même, on peut fabriquer de la manière décrite des dispositifs de thermorégulation ayant des formes de canaux les plus diverses. Une fabrication économique en pièces uniques ou en très petites séries est donc possible, y compris le développement de variantes.
- [0034] De plus, dans le cas d'une liaison (liaison de matière par exemple) entre le manchon (de refroidissement) et le corps à thermoréguler (module électrique), la structure d'ensemble peut être renforcée, ce qui augmente la fréquence propre.
- [0035] D'autres propriétés et avantages de l'invention ressortent de la description qui suit d'exemples de réalisation à l'aide des dessins, parmi lesquels :
- [0036] [fig.1] représente schématiquement un dispositif de thermorégulation selon l'invention dans lequel est reçu un module électrique ;
- [0037] [fig.2] représente en coupe longitudinale différentes possibilités de configuration des régions profilées discrètes pour l'objet de la présente invention ;
- [0038] [fig.3] représente une configuration de la partie de paroi tubulaire pour un dispositif de thermorégulation selon l'invention dans l'état déroulé ;
- [0039] [fig.4] représente une autre configuration de la partie de paroi tubulaire pour un dispositif de thermorégulation selon l'invention dans l'état déroulé ;
- [0040] [fig.5] représente à nouveau une autre configuration de la partie de paroi tubulaire pour un dispositif de thermorégulation selon l'invention dans l'état déroulé ;
- [0041] [fig.6] représente encore une autre configuration de la partie de paroi tubulaire pour un dispositif de thermorégulation selon l'invention dans l'état déroulé ;
- [0042] [fig.7] représente une autre configuration de la partie de paroi tubulaire pour un dispositif de thermorégulation selon l'invention dans l'état déroulé ; et
- [0043] [fig.8] représente schématiquement une possibilité de fabrication du dispositif de thermorégulation selon l'invention.
- [0044] La figure 1 représente schématiquement un dispositif de thermorégulation selon l'invention qui, conformément aux explications dans la partie introductive de la des-

cription, peut aussi être appelé « soufflet de refroidissement » ou d'une manière générale « soufflet de thermorégulation ». L'ensemble du dispositif de thermorégulation est désigné par la référence 10. Il présente une région structurée 10a avec une pluralité de régions profilées discrètes qui ne sont pas représentées sur la figure 1 dans un souci de clarté (voir figure 2 et suivantes). Le dispositif de thermorégulation 10 entoure un corps 20 à thermoréguler (ici un « module électrique » avec des contacts de connexion 20a, 20b qui sont dirigés pour partie hors du dispositif de thermorégulation 10) dans la région de sa surface (surface périphérique) 20'. Dans un mode de réalisation, le dispositif de thermorégulation 10 s'applique par les régions profilées contre ladite surface 20' et peut y être notamment fixé par liaison de matière. On peut ainsi empêcher l'écart du flux massique précité ; de plus, la liaison de matière du dispositif de thermorégulation 10 sur le corps 20 à thermoréguler peut apporter un renforcement de ce dernier, ce qui peut être notamment avantageux et souhaité dans le cas d'une configuration du corps 20 sous la forme d'un module de batterie ou d'un élément de batterie (en particulier sous la forme de boîtiers de batterie prismatiques, emboutis ou extrudés). À l'inverse, le corps 20 peut également servir au renforcement du dispositif de thermorégulation 10.

[0045] Dans le cadre de la présente invention, un agent de thermorégulation ou fluide de thermorégulation FT est dirigé via une conduite d'alimentation 13 et une conduite d'évacuation 14 à travers l'espace intérieur ou espace d'écoulement 4 défini entre la surface 20' du corps et un côté intérieur du dispositif de thermorégulation 10. Toutefois, à la différence de l'état de la technique, l'espace d'écoulement 4 ne consiste pas en un unique espace d'écoulement hélicoïdal, ininterrompu, mais en une pluralité d'espaces d'écoulement notamment montés en parallèle, ce qui sera détaillé plus loin. On peut ainsi améliorer de manière ciblée l'action de thermorégulation, et les pertes de pression sont réduites. De plus, l'enveloppe 11 est, dans ses régions de bords frontales et en outre aussi entre la conduite d'alimentation 13 et la conduite d'évacuation 14, reliée de telle sorte (de préférence par liaison de matière) à la surface 20' que l'écoulement du fluide de thermorégulation TF à travers l'espace d'écoulement 4 ne peut s'effectuer que selon un motif prédéfini (symbolisé sur la figure 1 par des flèches en trait mixte), et non directement de la conduite d'alimentation 13 à la conduite d'évacuation 14 sans écoulement efficace autour du module électrique 20.

[0046] La référence L désigne l'axe longitudinal de l'ensemble constitué du dispositif de thermorégulation 10 et du module électrique 20.

[0047] La figure 2 représente, sous la forme d'une coupe longitudinale, un dispositif de thermorégulation 10 selon l'invention (soufflet de thermorégulation) recevant un module électrique 20. Les contacts de connexion électrique du module électrique 20 ne sont pas représentés ici. La référence 11 désigne une enveloppe du dispositif de thermoré-

gulation 10, ladite enveloppe étant conçue pour recevoir totalement le module électrique 20 – à l'exception des contacts de connexion –. Le dispositif de thermorégulation 10 ou encore l'enveloppe 11 comprend la partie de paroi tubulaire 10a déjà représentée à l'aide de la figure 1, ou encore la région structurée dans laquelle l'enveloppe 11 ou encore le dispositif de thermorégulation 10 présente une pluralité de régions profilées discrètes dont seules quelques-unes sont représentées symboliquement sur la figure 2 avec les références ①, ② et ③ ou encore 10b. Ces régions profilées sont de différentes configurations : la région ① représente un renforcement (dépression, creux, fossette), tandis que la région ② est réalisée sous forme de renhaussement. La région ③ est à nouveau configurée sous forme de renforcement et est réalisée d'une profondeur telle que l'enveloppe 11 touche la surface 20' et peut y être fixée. La référence ♦ désigne une conduite d'alimentation 13 ou conduite d'évacuation 14. Sur la figure 2, les références 12.1, 12.2 désignent respectivement une première partie distributrice et collectrice et une deuxième partie distributrice et collectrice, qui se trouvent en contact direct respectivement avec la conduite d'alimentation 13 et la conduite d'évacuation 14. Par les parties distributrices et collectrices 12.1, 12.2, le fluide de thermorégulation passe respectivement de la conduite d'alimentation 13 dans l'espace d'écoulement 4 et de l'espace d'écoulement 4 dans la conduite d'évacuation 14.

[0048] La figure 3 représente une configuration de l'enveloppe 11 ou encore de la région structurée 10a dans l'état déroulé. Les flèches désignent la direction longitudinale (longueur) et la direction circonférentielle (circonférence). La région structurée 10a comprend une pluralité de régions profilées discrètes (« profils ») 10b, qui sont réalisées sous forme de profils NACA ou encore en forme de gouttes ou de forme aérodynamique. Seuls quelques-uns de ces profils sont spécifiquement désignés. Les profils 10b s'étendent (à l'exception des parties terminales/initiales représentées en haut et en bas sur la figure 3, qui sont désignées respectivement par les références 10d et 10e sur la figure 3) sensiblement transversalement à l'axe longitudinal de la partie de paroi tubulaire 10a. Au niveau des parties terminales/initiales 10d, 10e précitées, l'allure respective des profils 10b se modifie à la transition dans une partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice associée. La modification continue selon l'invention de l'allure respective s'effectue de telle sorte que les profils 10b sont cintrés à l'intérieur de la partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice respective, de sorte que leur allure se rapproche d'une allure ou encore d'une étendue longitudinale de la partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice respective. De plus, la hauteur des profils peut diminuer graduellement jusqu'à zéro. Intermédiairement, les profils 10b sont réalisés sensiblement rectilignes (en direction circonférentielle). Ils sont disposés en rangées régulières, sachant qu'ils sont disposés en étant décalés les uns par rapport aux autres d'une

rangée à l'autre (en chicane).

[0049] La référence 13 désigne une conduite d'alimentation pour un fluide de thermorégulation TF, une flèche associée désignant un flux massique du fluide de thermorégulation. La référence 14 désigne d'une manière correspondante une conduite d'évacuation pour le fluide de thermorégulation TF. La conduite d'alimentation 13 débouche dans la première partie 12.1 distributrice et collectrice, tandis que la conduite d'évacuation 14 est déviée ou dérivée à partir de la deuxième partie 12.2 distributrice et collectrice. La première partie 12.1 distributrice et collectrice pourrait ainsi être désignée comme étant un pur canal distributeur, et la deuxième partie 12.2 distributrice et collectrice comme une pure partie collectrice, cette distinction n'étant toutefois pas effectuée ici et dans la suite. Sur la figure 3, la conduite d'alimentation 13 et la conduite d'évacuation 14 sont respectivement disposées environ au milieu par rapport à l'étendue longitudinale de l'enveloppe 11.

[0050] La figure 4 représente une variante de configuration de l'enveloppe 11 ou encore de la région structurée 10a dans l'état déroulé. Les flèches désignent à nouveau la direction longitudinale (longueur) et la direction circonférentielle (circonférence). La région structurée 10a comprend un petit nombre de régions profilées discrètes (« profils ») 10b, qui sont réalisées sous forme de profils NACA ou encore en forme de gouttes ou de forme aérodynamique, ainsi qu'un certain nombre de profils oblongs ondulés 10c (nettement plus longs que larges, avec de préférence une section constante). Seuls quelques-uns de ces profils 10b, 10c sont spécifiquement désignés. Les profils 10b, 10c s'étendent (à l'exception des parties terminales/initiales représentées en haut et en bas sur la figure 4, qui sont désignées respectivement par les références 10d et 10e sur la figure 4) sensiblement transversalement à l'axe longitudinal de la partie de paroi tubulaire 10a. Au niveau des parties terminales/initiales 10d, 10e précitées, l'allure respective des profils 10b, 10c se modifie à la transition dans une partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice associée. La modification continue selon l'invention de l'allure respective s'effectue de telle sorte que les profils 10b, 10c sont cintrés à l'intérieur de la partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice respective, de sorte que leur allure se rapproche d'une allure ou encore d'une étendue longitudinale de la partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice respective. De plus, la hauteur des profils peut diminuer graduellement jusqu'à zéro. Intermédiairement, les profils oblongs 10c sont réalisés sensiblement rectilignes (en direction circonférentielle). Ils sont disposés à intervalles réguliers ; les profils discrets 10b se trouvent uniquement dans la région de la conduite d'alimentation 13 et de la conduite d'évacuation 14. Sur la figure 4, la conduite d'alimentation 13 et la conduite d'évacuation 14 sont disposées dans des coins diagonalement opposés de l'enveloppe 11.

[0051] La figure 5 représente une autre variante de configuration de l'enveloppe 11 ou

encore de la région structurée 10a dans l'état déroulé. Cette configuration constitue une combinaison des configurations de la figure 3 et de la figure 4. Les flèches désignent à nouveau la direction longitudinale (longueur) et la direction circonférentielle (circonférence). La région structurée 10a comprend un certain nombre de régions profilées discrètes (« profils ») 10b, qui sont réalisées sous forme de profils NACA ou encore en forme de gouttes ou de forme aérodynamique, ainsi que – entre ces régions - un certain nombre de profils oblongs ondulés 10c (nettement plus longs que larges, avec de préférence une section constante). Seuls quelques-uns de ces profils 10b, 10c sont spécifiquement désignés. Les profils 10b, 10c s'étendent (à l'exception des parties terminales/initiales représentées en haut et en bas sur la figure 5, qui sont désignées respectivement par les références 10d et 10e sur la figure 5) sensiblement transversalement à l'axe longitudinal de la partie de paroi tubulaire 10a. Au niveau des parties terminales/initiales 10d, 10e précitées, l'allure respective des profils 10b, 10c se modifie à la transition dans une partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice associée. La modification continue selon l'invention de l'allure respective s'effectue de telle sorte que les profils 10b, 10c sont cintrés à l'intérieur de la partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice respective, de sorte que leur allure se rapproche d'une allure ou encore d'une étendue longitudinale de la partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice respective. De plus, la hauteur des profils peut diminuer graduellement jusqu'à zéro. Intermédiairement, les profils oblongs 10c sont réalisés sensiblement rectilignes (en direction circonférentielle). Ils sont disposés à intervalles réguliers ; les profils NACA discrets 10b se trouvent dans les régions entre les profils oblongs 10c. Sur la figure 5, la conduite d'alimentation 13 et la conduite d'évacuation 14 sont disposées dans des coins diagonalement opposés de l'enveloppe 11.

- [0052] La figure 6 représente encore une autre variante de configuration de l'enveloppe 11 ou encore de la région structurée 10a dans l'état déroulé. Les flèches désignent à nouveau la direction longitudinale (longueur) et la direction circonférentielle (circonférence). La région structurée 10a comprend un certain nombre de régions profilées discrètes (« profils ») 10b, qui sont réalisées sous forme de profils NACA ou encore en forme de gouttes ou de forme aérodynamique, ainsi que – entre ces régions - un certain nombre de profils oblongs ondulés 10c (nettement plus longs que larges, avec de préférence une section constante), qui définissent un canal d'écoulement 4 en méandres. Seuls quelques-uns de ces profils 10b, 10c sont spécifiquement désignés. Les profils 10b, 10c s'étendent sensiblement dans la direction de l'axe longitudinal de la partie de paroi tubulaire 10a. Au niveau des parties terminales/initiales 10d, 10e précitées, l'allure respective des profils 10b se modifie à la transition dans une partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice associée. La modification continue selon l'invention de l'allure respective s'effectue de telle sorte que les profils 10b sont

cintrés à l'intérieur de la partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice respective, de sorte que leur allure se rapproche d'une allure ou encore d'une étendue longitudinale de la partie 12.1, 12.2 distributrice et collectrice respective. De plus, la hauteur des profils peut diminuer graduellement jusqu'à zéro. Intermédiairement, les profils oblongs 10c sont réalisés sensiblement rectilignes (en direction longitudinale). Ils sont disposés à intervalles réguliers ; les profils discrets 10b se trouvent dans les régions entre les profils oblongs 10c. Sur la figure 6, la conduite d'alimentation 13 et la conduite d'évacuation 14 sont disposées dans des coins en vis-à-vis de l'enveloppe 11.

[0053] La figure 7 représente une configuration analogue à la figure 5, mais les profils oblongs 10c (voir figure 5) sont ici absents. La direction longitudinale et la direction circonférentielle sont permutées par rapport à la figure 5. La ligne de séparation (après enroulement de l'enveloppe 11 pour former un tube) entre la conduite d'alimentation 13 et la conduite d'évacuation 14 s'étend de manière cintrée, et non rectiligne comme à la figure 2 et suivantes. Cela peut être fondamentalement réalisé ainsi pour toutes les configurations.

[0054] De plus, toutes les configurations présentées ont en commun qu'un fluide de thermorégulation affluant au niveau de la référence 13 est dirigé d'une manière correspondante, à partir de la première partie 12.1 distributrice et collectrice qui joue le rôle d'un genre de distributeur, à travers les espaces d'écoulement tout autour du module électrique 20, puis est à nouveau collecté dans la partie 12.2 distributrice et collectrice. L'évacuation s'effectue ensuite au niveau de la référence 14. L'écoulement autour du module électrique 20 s'effectue donc dans une pluralité de canaux d'écoulement parallèles 4. Le cintrage des profils 10b, 10c dans les premières et deuxièmes parties terminales 10d, 10e et la géométrie des profils 10b, 10c elle-même assurent qu'on empêche ou contrôle la formation de tourbillons et de turbulences, ce qui contribue à minimiser les pertes de pression et améliorer l'action de thermorégulation.

[0055] La figure 8 représente schématiquement une possibilité de fabrication d'un dispositif de thermorégulation selon l'invention par hydroformage. Des étapes possibles du procédé sont ici :

1. fabrication ou mise à disposition d'un boîtier 21 de module électrique à paroi relativement épaisse ;

2. enfilage (éventuellement avec assistance thermique) d'un manchon 11 à paroi mince (l'enveloppe) en métal (acier) avec branchement hydraulique (non représenté) ;

3. soudage étanche (en bout) des deux interstices annulaires restant présents entre le boîtier de module 21 et le manchon 11 (cela est représenté sur le petit encadré de la figure 8), et reproduction de lignes aérodynamiques et/ou de pannes de transmission de chaleur (les régions profilées discrètes selon l'invention) sur le manchon, par exemple par une soudure à la molette ou une soudure au laser (représenté symboliquement à la

référence 30) ;

4. configuration des canaux de refroidissement (espace d'écoulement ou encore canaux d'écoulement) par hydroformage libre (soufflage) de l'enveloppe extérieure à paroi mince (manchon 11) via le branchement hydraulique (éventuellement avec soutien du boîtier intérieur porteur), ce qui est symbolisé par des flèches sur la figure ; la référence 40 désigne un fluide (hydraulique) introduit entre le manchon 11 et le boîtier de module 21 ;

5. le branchement hydraulique forme de préférence également en utilisation l'interface pour l'injection et l'extraction du flux de fluide de thermorégulation (conduite d'alimentation/conduite d'évacuation 13, 14 – voir plus haut).

[0056] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés aux dessins annexés. Des modifications restent possibles, notamment du point de vue de la constitution des divers éléments ou par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour autant du domaine de protection de l'invention.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif de thermorégulation pour un module électrique (20), en particulier pour un module de batterie ou pour un moteur électrique, caractérisé en ce qu'il présente :
- une enveloppe (11) dotée d'un espace intérieur (4) et conçue ou réalisée pour recevoir quasiment totalement le module électrique (20), à l'exception de contacts de connexion électrique (20a, 20b) et/ou d'un arbre de sortie (20c) de ce module, ladite enveloppe (11) comprenant une partie de paroi tubulaire ;
 - dans la partie de paroi tubulaire, au moins une région structurée (10a) dans laquelle l'enveloppe (11) présente une pluralité de régions profilées discrètes (10b), lesdites régions profilées (10b) s'étendant au moins pour partie et/ou au moins sectoriellement transversalement à un axe longitudinal (L) de la partie de paroi tubulaire (10a) ;
 - au moins une conduite d'alimentation (13) pour apporter un fluide de thermorégulation à l'espace intérieur (4), ladite conduite d'alimentation (13) débouchant dans l'espace intérieur (4) dans une première partie (12.1) distributrice et collectrice ;
 - et au moins une conduite d'évacuation (14) pour le fluide de thermorégulation, ladite conduite d'évacuation (14) étant déviée ou dérivée à partir d'une deuxième partie (12.2) distributrice et collectrice dans l'espace intérieur (4) de l'enveloppe (11) ;
 - dans lequel un nombre partiel des régions profilées discrètes (10b) se raccordent, au niveau de leurs premières et deuxièmes parties terminales respectives (10d, 10e), avec modification continue de leur allure respective, à la première partie (12.1) distributrice et collectrice ou à la deuxième partie (12.2) distributrice et collectrice de l'enveloppe (11).
- [Revendication 2] Dispositif de thermorégulation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une direction d'écoulement principale du fluide de thermorégulation dans la première partie (12.1) distributrice et collectrice dans la région de la conduite d'alimentation (13) et/ou dans la deuxième partie (12.2) distributrice et collectrice dans la région de la conduite d'évacuation (14) est sensiblement parallèle à l'axe longitudinal de la partie de paroi tubulaire.
- [Revendication 3] Dispositif de thermorégulation selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la conduite d'alimentation (13) et/ou la conduite d'évacuation (14) est orientée sensiblement transversalement à l'axe longitudinal de

- la partie de paroi tubulaire.
- [Revendication 4] Dispositif de thermorégulation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les régions profilées discrètes (10b) sont réalisées sous la forme de régions en relief ou sous la forme de régions en renfoncement de l'enveloppe (11).
- [Revendication 5] Dispositif de thermorégulation selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'au moins quelques-unes des régions profilées discrètes (10b) sont réalisées relativement longues par rapport à leur largeur et présentent de préférence une section sensiblement constante.
- [Revendication 6] Dispositif de thermorégulation selon la revendication 5, caractérisé en ce que les quelques régions profilées discrètes (10b) sont réalisées rectilignes ou cintrées, de préférence dans la région de leurs premières et deuxième parties terminales (10d, 10e).
- [Revendication 7] Dispositif de thermorégulation selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'au moins quelques-unes des régions profilées discrètes (10b) sont réalisées en forme de gouttes ou de régions aérodynamiques ou en forme de profils NACA.
- [Revendication 8] Dispositif de thermorégulation selon la revendication 5 ou 6 et la revendication 7, caractérisé en ce que, dans la direction d'écoulement du fluide de thermorégulation, au moins quelques-unes des régions relativement longues et au moins quelques-unes des régions en forme de gouttes, aérodynamiques ou à profils NACA sont disposées sensiblement en succession.
- [Revendication 9] Dispositif de thermorégulation selon la revendication 5 ou 6 et la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que, dans la direction d'écoulement du fluide de thermorégulation, au moins quelques-unes des régions relativement longues et au moins quelques-unes des régions en forme de gouttes, aérodynamiques ou à profils NACA sont disposées sensiblement en parallèle.
- [Revendication 10] Dispositif de thermorégulation selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que les régions relativement longues définissent un canal d'écoulement en méandres, dans lequel les régions en forme de gouttes, aérodynamiques ou à profils NACA sont disposées sensiblement en succession.
- [Revendication 11] Dispositif de thermorégulation selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la partie de paroi tubulaire présente une section ronde, en particulier circulaire, ou une section ovale, et est de préférence soit réalisée d'un seul tenant, soit composée d'au moins deux demi-

coques.

- [Revendication 12] Dispositif de thermorégulation selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la conduite d'alimentation (13) et la conduite d'évacuation (14) sont disposées à une extrémité commune de la partie de paroi tubulaire.
- [Revendication 13] Dispositif de thermorégulation selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la conduite d'alimentation (13) et la conduite d'évacuation (14) sont disposées à des extrémités différentes de la partie de paroi tubulaire.
- [Revendication 14] Dispositif de thermorégulation selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la conduite d'alimentation (13) et/ou la conduite d'évacuation (14) est disposée dans une région centrale de la partie de paroi tubulaire, relativement à une étendue longitudinale de cette dernière.
- [Revendication 15] Module électrique (20), en particulier module de batterie ou moteur électrique, avec un dispositif de thermorégulation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le module électrique (20) est reçu dans la partie de paroi tubulaire et ce faisant s'applique au moins dans la région structurée (10a) contre la partie de paroi tubulaire en question, sachant que, d'une manière la plus préférée, le module électrique (20) et le dispositif de thermorégulation sont fixement reliés entre eux, en particulier par liaison de matière dans la région de dépressions ou de renforcements (10c) dans la région structurée (10a).
- [Revendication 16] Procédé de thermorégulation d'un module électrique (20), en particulier d'un module de batterie ou d'un moteur électrique, avec un dispositif de thermorégulation selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'un fluide de thermorégulation, de préférence de l'eau, optionnellement avec des additifs, une huile ou un diélectrique, par exemple un liquide de spécialité 3M™ Novec™, est dirigé via la conduite d'alimentation (13) à travers l'espace intérieur (4) de l'enveloppe (11) dans la région structurée (10a) de la partie de paroi tubulaire jusqu'à la conduite d'évacuation (14).

[Fig. 1]

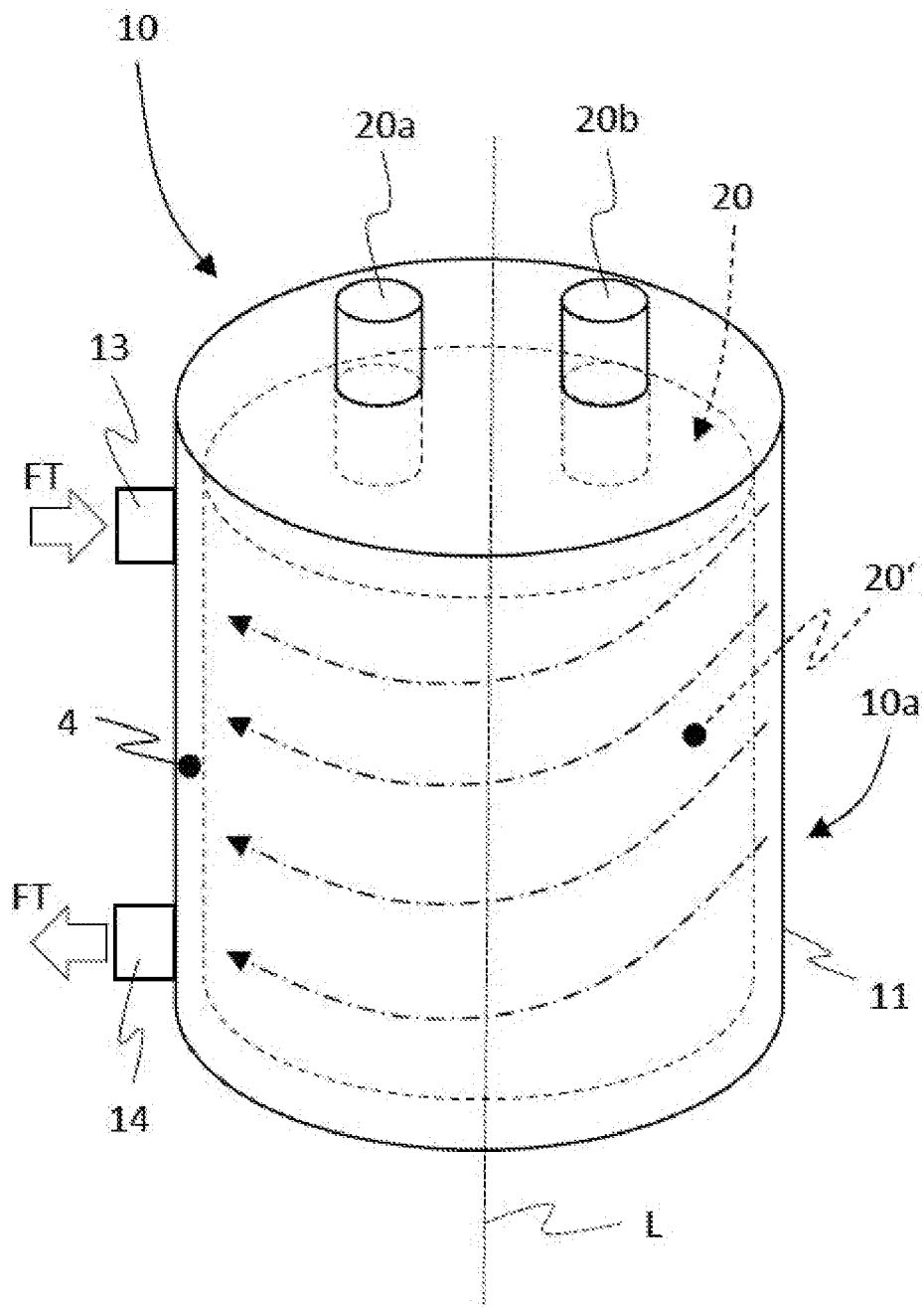


Fig. 1

[Fig. 2]

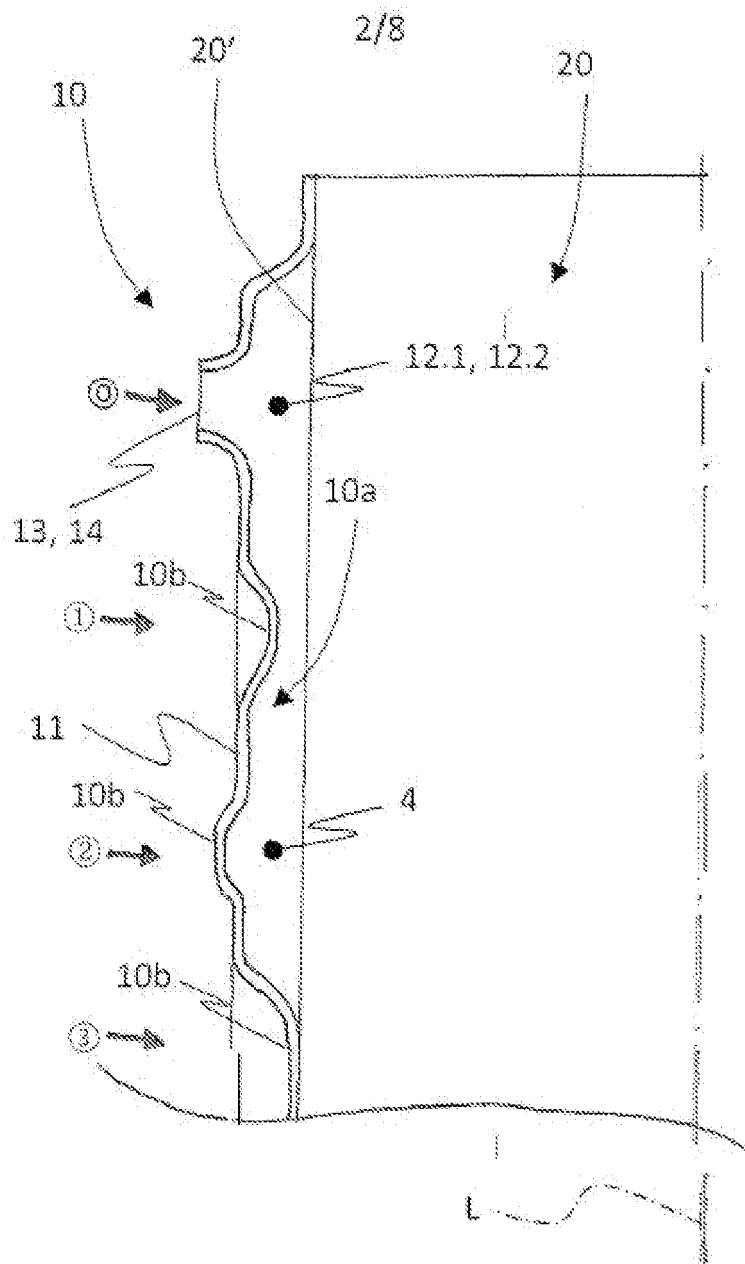


Fig. 2

[Fig. 3]

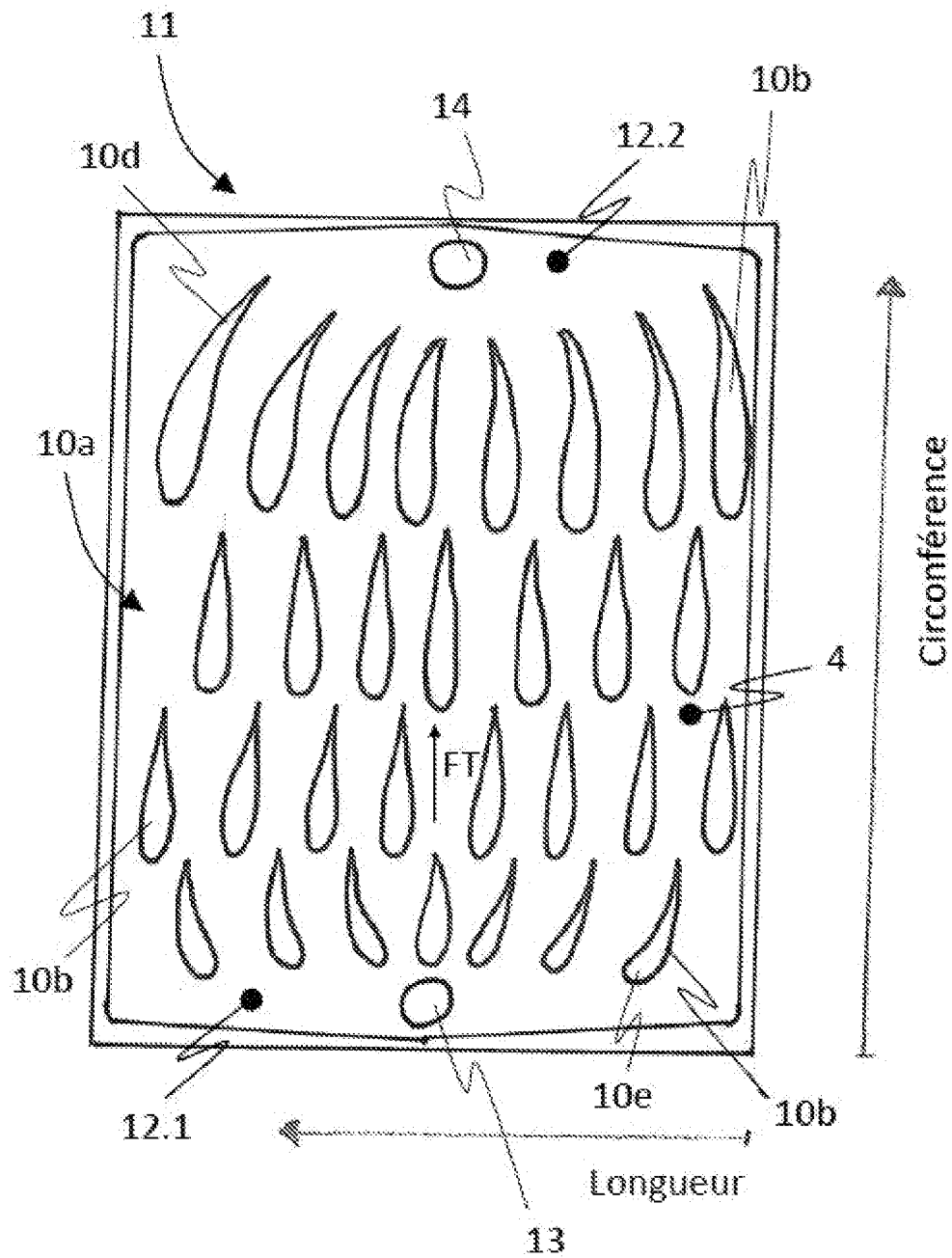


Fig. 3

[Fig. 4]

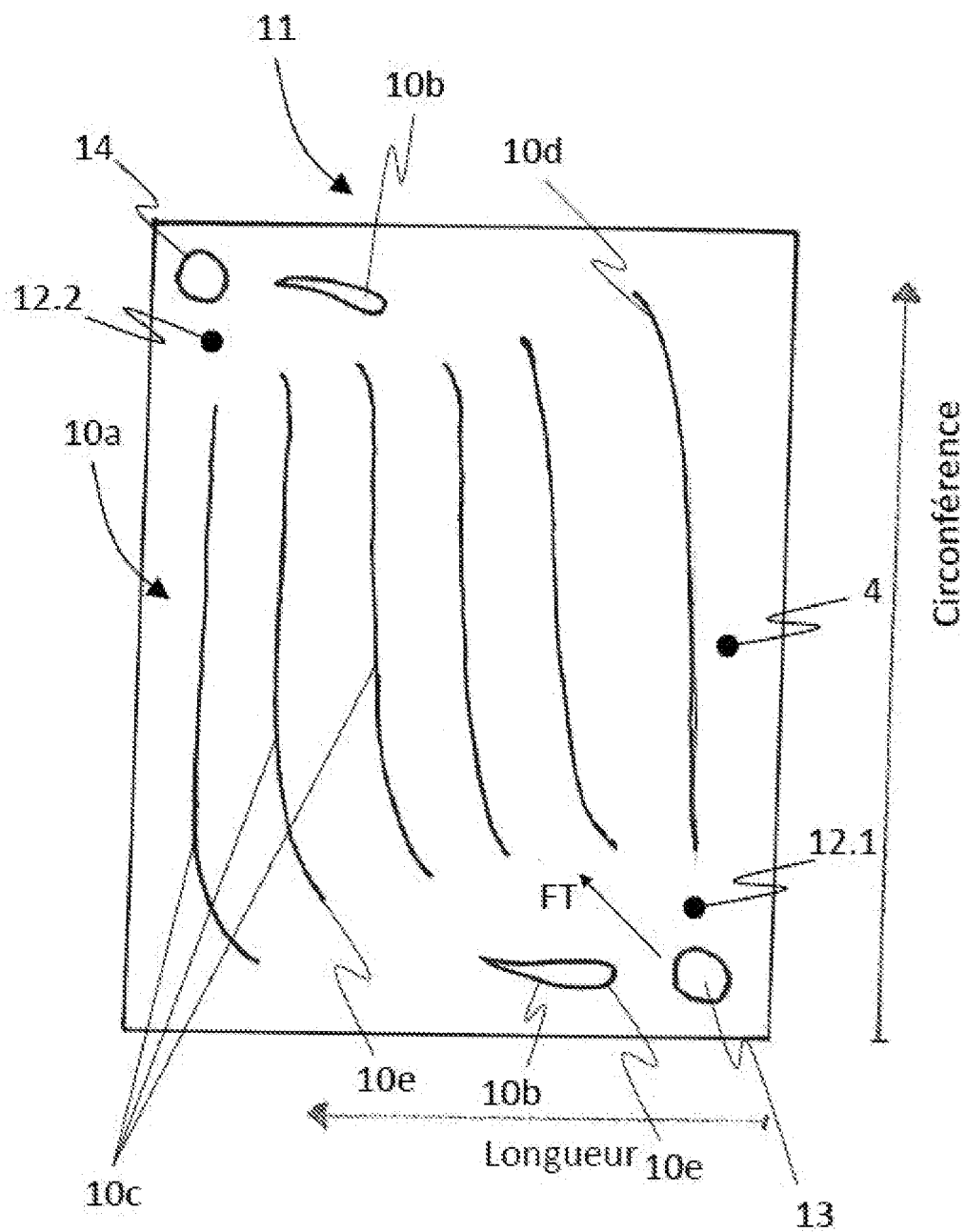


Fig. 4

[Fig. 5]

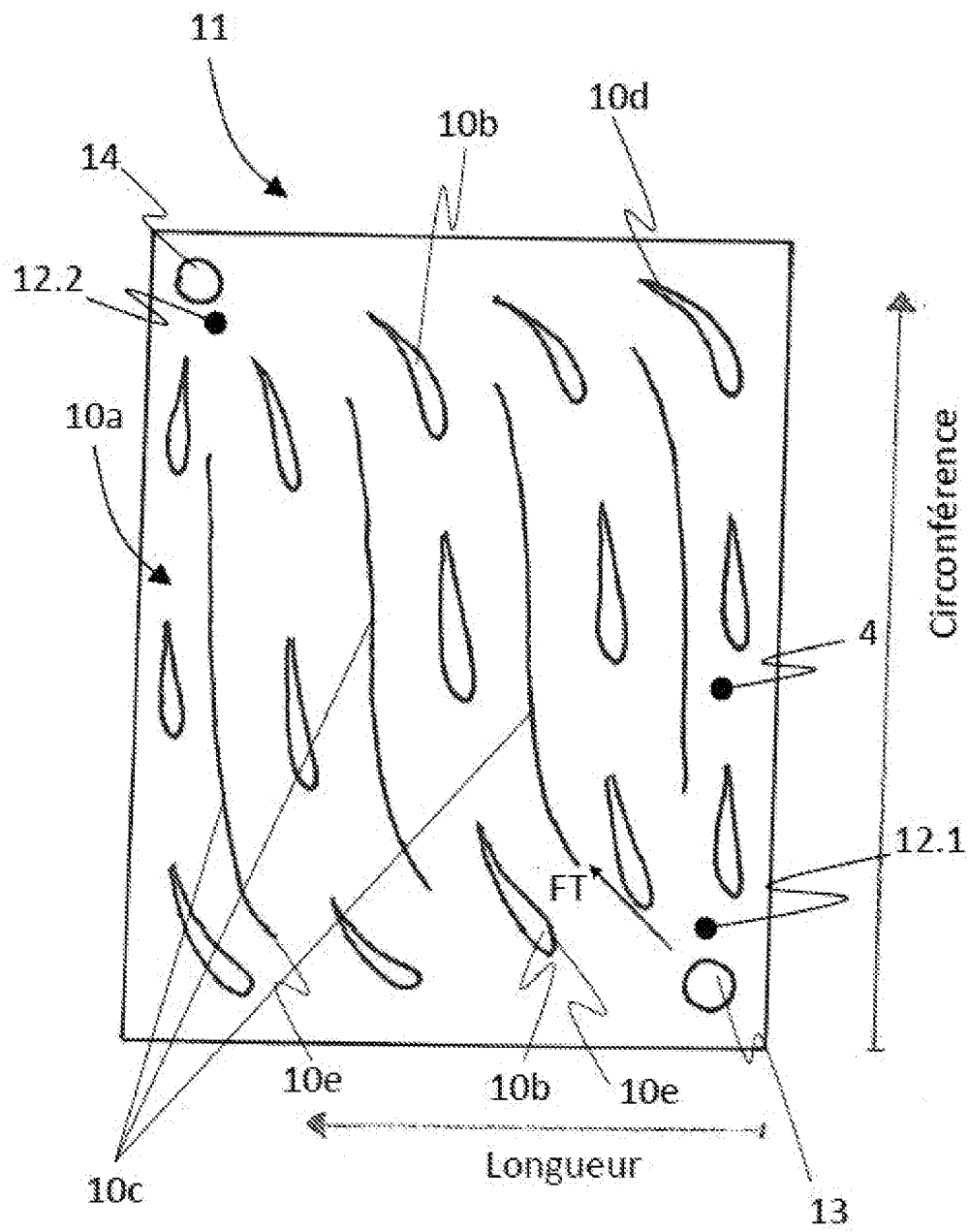


Fig. 5

[Fig. 6]

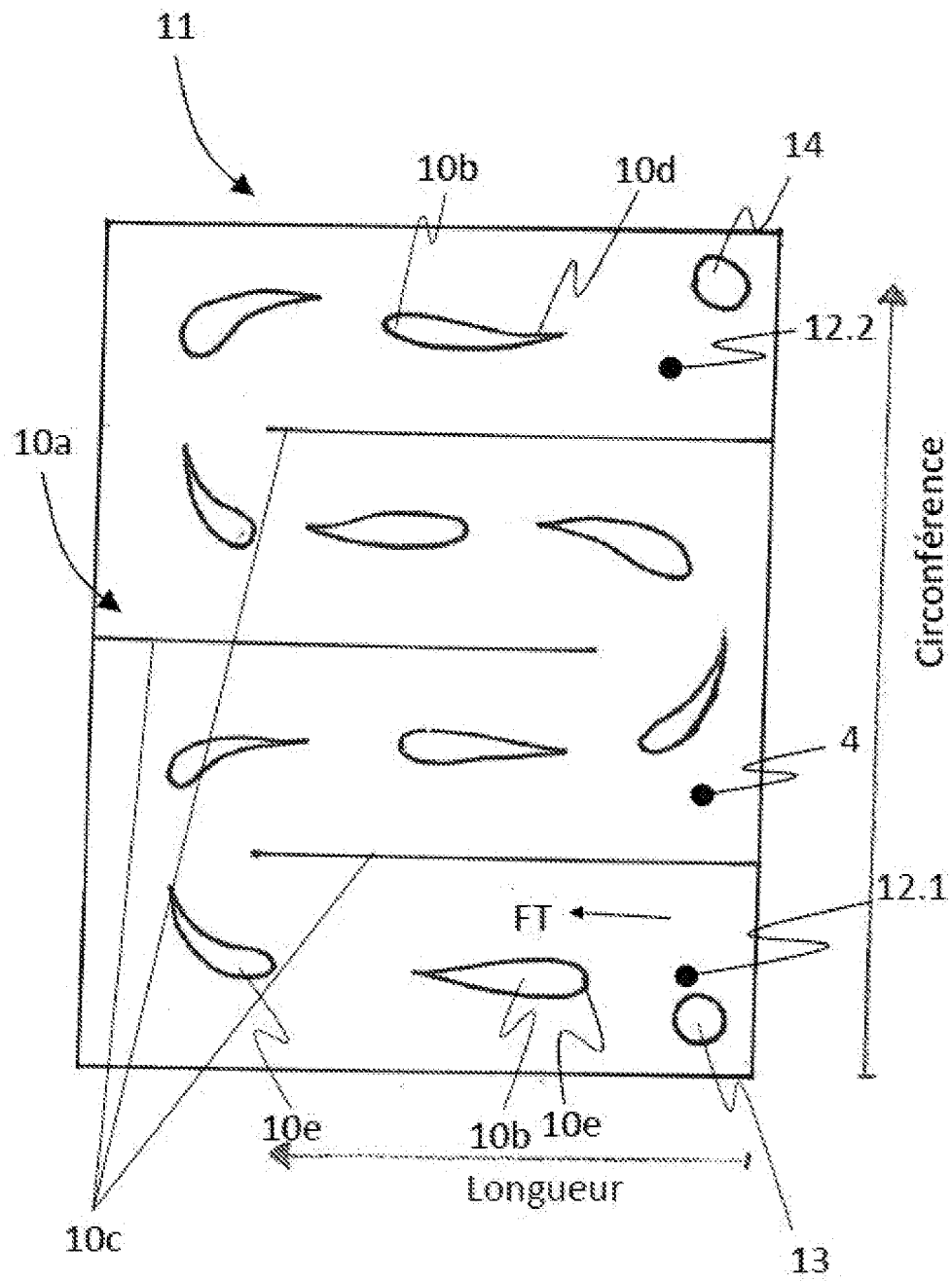


Fig. 6

[Fig. 7]

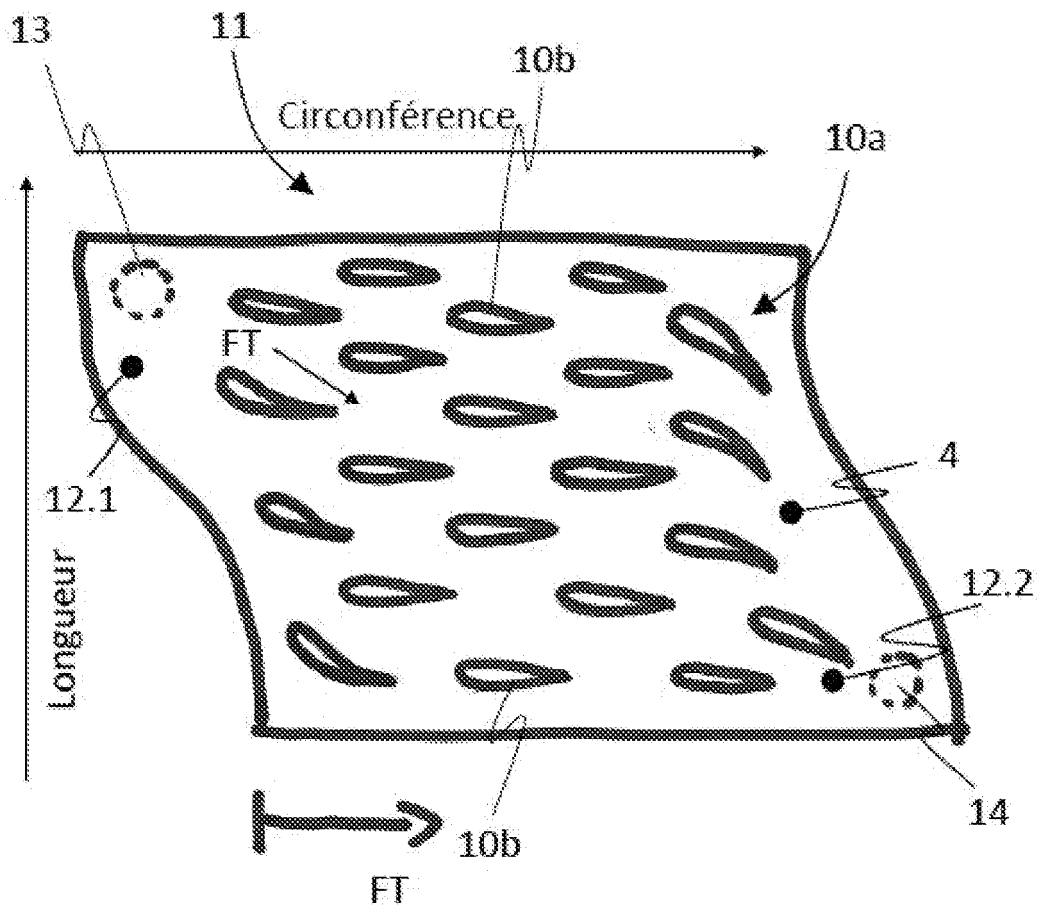


Fig. 7

[Fig. 8]

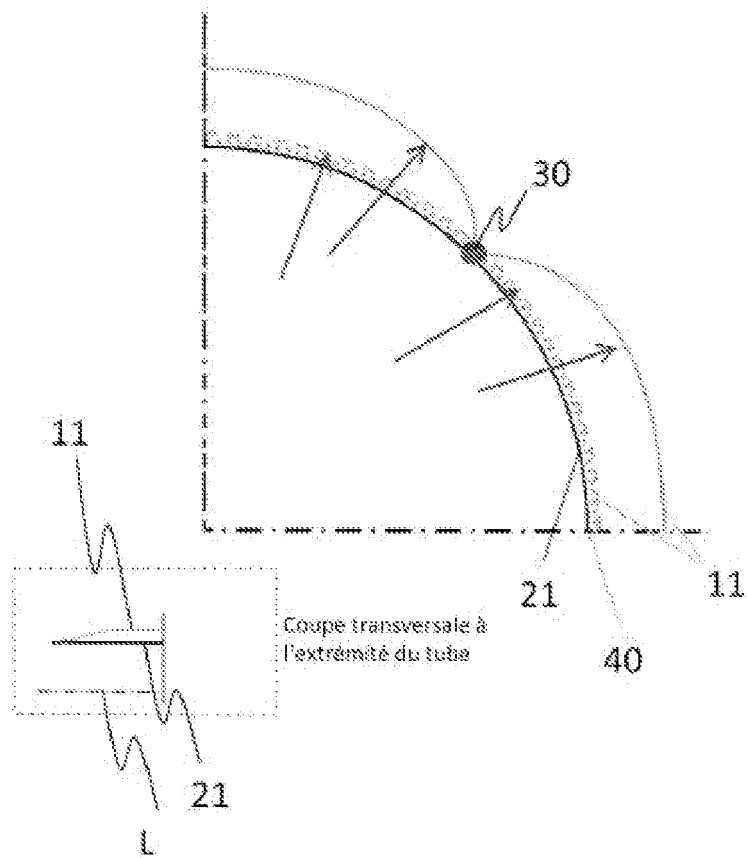


Fig. 8

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

EP 2 325 921 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 25 mai 2011 (2011-05-25)

DE 10 2012 216 146 A1 (HELLWIG UDO [DE]) 13 mars 2014 (2014-03-13)

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

NEANT

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

NEANT