

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Réservoir modulaire de gaz sous pression.

②② Date de dépôt : 17.06.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *FAURECIA SYSTEMES
D'ECHAPPEMENT Société par actions simplifiée à
associé unique — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 22.12.23 Bulletin 23/51.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 01.11.24 Bulletin 24/44.

⑦② Inventeur(s) : BOTELLA Ronan.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦③ Titulaire(s) : *FAURECIA SYSTEMES
D'ECHAPPEMENT Société par actions simplifiée à
associé unique.*

⑦④ Mandataire(s) : Lavoix.



Description

Titre de l'invention : Réservoir modulaire de gaz sous pression

Domaine technique

[0001] L'invention concerne un réservoir modulaire ou multi-élément apte à accueillir du gaz sous pression, tel de l'hydrogène.

Technique antérieure

[0002] Il est connu pour stocker du gaz sous pression, dans un volume sensiblement parallélépipédique, de réaliser un réservoir modulaire ou multi-élément. Un tel réservoir comprend une pluralité d'éléments, tel des bonbonnes. Ces bonbonnes sont sensiblement identiques.

[0003] Afin de supporter les très fortes pressions envisagées, jusqu'à 1050 bars, les bonbonnes présentent une forme sensiblement cylindrique de section circulaire.

[0004] Les bonbonnes sont disposées parallèlement : les axes des cylindres sont parallèles. Elles sont encore disposées côte à côte : elles sont adjacentes et leur génératrice sont en contact.

[0005] Le volume parallélépipédique présente une profondeur égale au diamètre d'une bonbonne, une largeur égale à la longueur d'une bonbonne et une longueur égale au diamètre d'une bonbonne multiplié par le nombre de bonbonnes.

[0006] Du fait de l'utilisation de bonbonnes de section circulaire, le volume de stockage n'est pas optimisé. Il apparait un ratio volume de stockage / volume parallélépipédique occupé correspondant au ratio d'un cercle sur un carré de côté égal au diamètre dudit cercle, soit un ratio de $\pi/4 \approx 78\%$, encore diminué des épaisseurs des parois des bonbonnes.

[0007] L'invention se propose d'améliorer ce ratio.

Résumé de l'invention

[0008] Pour cela, l'invention utilise les espaces laissés libres entre les bonbonnes.

[0009] L'invention a pour objet un réservoir modulaire de stockage de gaz sous pression, tel de l'hydrogène, comprenant au moins deux bonbonnes, sensiblement cylindriques, disposées parallèlement côte à côte, fluidiquement connectées entre elles par au moins un tube, comprenant encore au moins un tube, où ledit au moins un tube est disposé dans un espace entre lesdites au moins deux bonbonnes.

[0010] Des caractéristiques ou des modes de réalisation particuliers, utilisables seuls ou en combinaison, sont :

[0011] - un espace est délimité par deux bonbonnes adjacentes et par un plan tangent aux deux bonbonnes adjacentes,

[0012] - chacun desdits espaces accueille un tube de diamètre inférieur ou préférentiellement

- égal au quart du diamètre d'une bonbonne,
- [0013] - le tube du premier espace est connecté, à la première bonbonne par sa première extrémité et au tube du deuxième espace par sa deuxième extrémité et le tube du deuxième espace est connecté au tube du premier espace par sa première extrémité et à la deuxième bonbonne par sa deuxième extrémité,
 - [0014] - chacun desdits espaces accueille trois tubes de diamètre inférieur ou préférentiellement égal à $(2/(\sqrt{3})-1)$ fois le diamètre d'une bonbonne,
 - [0015] - les trois tubes du premier espace sont connectés entre eux en série, les trois tubes du deuxième espace sont connectés entre eux en série et avec les trois tubes du premier espace en série,
 - [0016] - les bonbonnes sont connectées, via les tubes, en série,
 - [0017] - les bonbonnes sont connectées, via les tubes, en parallèle,
 - [0018] - ladite au moins une bonbonne est de type IV, comprenant une structure composite et une enveloppe d'étanchéité interne,
 - [0019] - ledit au moins un tube est métallique,
 - [0020] - ledit au moins un tube est de type IV.

Brève description des dessins

- [0021] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite uniquement à titre d'exemple, et en référence aux figures en annexe dans lesquelles :
- [0022] [Fig.1] montre, selon un plan trois vues, dessous, face, dessus, un réservoir,
- [0023] [Fig.2] montre, en vue sectionnelle, un réservoir avec un tube,
- [0024] [Fig.3] montre, en vue sectionnelle, un réservoir avec trois tubes,
- [0025] [Fig.4] montre, en vue schématique, une connexion des bonbonnes en parallèle, avec un tube,
- [0026] [Fig.5] montre, en vue schématique, une connexion des bonbonnes en parallèle, avec trois tubes,
- [0027] [Fig.6] montre, en vue schématique, une connexion des bonbonnes en série, avec un tube,
- [0028] [Fig.7] montre, en vue schématique, une connexion des bonbonnes en série, avec trois tubes.

Description des modes de réalisation

- [0029] En référence à la [Fig.1], l'invention concerne un réservoir 1 modulaire plus particulièrement dédié au stockage de gaz sous pression, tel de l'hydrogène. La modularité est obtenue en joignant des éléments multiples, tels des bonbonnes. La modularité permet de varier le volume du réservoir à volonté en ajoutant, autant que de besoin, des éléments. Une application typique d'un tel réservoir est le stockage d'hydrogène sur un véhicule pour les besoins de sa propulsion.

- [0030] Afin de prévoir et faciliter son intégration sur le véhicule, le réservoir occupe sensiblement la forme d'un parallélépipède, qui peut avantageusement être matérialisé par un logement 6 parallélépipédique enveloppant les éléments et leurs accessoires.
- [0031] Le réservoir 1 est constitué en juxtaposant des bonbonnes 2. Ces bonbonnes 2 sont au moins au nombre de deux. Leur nombre maximum dépend de la capacité de stockage souhaitée. Les bonbonnes 2 sont sensiblement identiques. Elles sont sensiblement cylindriques, et disposées parallèlement côte à côte. Il est encore possible de disposer plus d'une rangée de bonbonnes 2. Elles sont avantageusement fluidiquement connectées entre elles afin de fournir une capacité globale de stockage au moyen d'au moins un tube 3.
- [0032] Selon une caractéristique de l'invention, cet au moins un tube 3 est fluidiquement connecté à au moins une desdites au moins deux bonbonnes 2 de manière à augmenter, par son volume enveloppé, la capacité de stockage du réservoir 1.
- [0033] La principale perte de volume utile au stockage, depuis le volume parallélépipédique, est constituée par les deux espaces 4, laissés libre entre deux bonbonnes 2 adjacentes.
- [0034] Un moyen de mettre à profit ce volume libre, est de disposer au moins un tube 3 dans l'un, l'autre ou préférentiellement les deux espaces 4. Un espace 4 est délimité par deux bonbonnes 2 adjacentes et par un plan 5 tangent aux deux bonbonnes 2 adjacentes. Un espace 4 présente alors une forme cylindrique, de section sensiblement triangulaire, avec deux côtés du triangle en arc de cercle de courbure rentrante.
- [0035] Selon une autre caractéristique, plus particulièrement illustrée à la [Fig.2], il est disposé un tube 3 dans un espace 4 et préférentiellement un tube 3 dans chacun des deux espaces 4. Afin d'optimiser la capacité volumique, ce tube 3 unique est d'un diamètre d_1 maximum autorisé par l'espace 4, soit un diamètre d_1 extérieur de tube 3 au plus égal au quart ou à 0,25 fois le diamètre extérieur D d'une bonbonne 2. Un tel tube 3 est alors en contact avec les deux bonbonnes 2 adjacentes et tangent au plan 5 tangent aux deux bonbonnes 2.
- [0036] Selon une autre caractéristique, le premier tube 3, disposé dans le premier espace 4 a sa première extrémité connectée, à la première bonbonne 2, typiquement via sa vanne 7, et sa deuxième extrémité connectée au deuxième tube 3, disposé dans le deuxième espace 4. De même, le deuxième tube 3, disposé dans le deuxième espace 4 a sa première extrémité connectée au premier tube 3 et sa deuxième extrémité connectée à la deuxième bonbonne 2, typiquement via sa vanne 7. Ceci est plus particulièrement illustré aux figures 4 et 6.
- [0037] Selon une autre caractéristique, plus particulièrement illustrée à la [Fig.3], il est disposé trois tubes 3 dans un espace 4 et préférentiellement trois tubes 3 dans chacun des deux espaces 4. Afin d'optimiser la capacité volumique, ces trois tubes 3 présentent un diamètre d_3 , préférentiellement identique pour les trois tubes 3,

maximum autorisé par l'espace 4, soit un diamètre d_3 extérieur de tube 3 au plus égal à $(2/(\sqrt{3})-1)$, soit environ 0,15 fois le diamètre extérieur D d'une bonbonne 2. Un tel trio de tubes 3 est alors tel que les trois tubes 3 sont en contact entre eux, que le trio est en contact avec les deux bonbonnes 2 adjacentes et est tangent au plan 5 tangent aux deux bonbonnes 2.

- [0038] Selon une autre caractéristique, les trois tubes 3 du premier espace 4 sont connectés entre eux en série. De même, les trois tubes 3 du deuxième espace 4 sont connectés entre eux en série. De plus, les trois tubes 3 du deuxième espace 4 sont encore connectés avec les trois tubes 3 du premier espace 4 en série. Ceci est plus particulièrement illustré aux figures 5 et 7.
- [0039] Il est encore possible d'augmenter le nombre de tubes 3 au-delà de 3. Cependant, une telle configuration ne semble pas apporter beaucoup d'avantages.
- [0040] L'augmentation du nombre de tubes 3 emporte préjudiciellement une augmentation de la masse totale. De plus, à mesure que le nombre de tubes 3 augmente, une diminution de la section de passage apparaît, rendant plus difficile le remplissage/vidage du réservoir 1.
- [0041] La version avec 3 tubes 3 est légèrement plus avantageuse avec un rapport volume utile (volume disponible pour stocker du gaz) au volume total (volume du parallélépipède circonscrit), légèrement plus favorable de 62 % contre 61% pour la version avec 1 tube 3. Cependant, la version avec 3 tubes 3 présente une masse supérieure à la version avec 1 tube.
- [0042] Selon une autre caractéristique, les bonbonnes 2 sont connectées, via les tubes 3, en série. Ceci est plus particulièrement illustré aux figures 6 et 7. Une telle configuration nécessite que chaque bonbonne 2 comporte une vanne 7 à chaque extrémité.
- [0043] Selon une autre caractéristique, les bonbonnes 2 sont connectées, via les tubes 3, en parallèle. Ceci est plus particulièrement illustré aux figures 4 et 5.
- [0044] Une connexion de deux bonbonnes 2, via une ou trois paires de tubes 3, avantageusement connectées en série, est avantageuse en ce qu'elle constitue entre les vannes 7 respectives des deux bonbonnes 2, une canalisation formée de tubes 3 montés « en accordéon ». Ceci est particulièrement avantageux en cas de crash du réservoir 1, par exemple suite à un accident du véhicule porteur du réservoir 1. En effet, en cas de séparation des bonbonnes 2, l'une de l'autre, la canalisation en accordéon forme un élément déformable, qui réduit les efforts sur les vannes 7 respectives des bonbonnes 2 et évite ainsi un risque d'arrachement d'une vanne 7.
- [0045] Une bonbonne 2 peut être réalisée en tout matériau. Ainsi, de manière classique elle peut être réalisée en matériau métallique, tel, par exemple, un acier inoxydable. Cependant, afin de réduire le bilan pondéral, elle peut avantageusement être réalisée en matériau composite plastique.

- [0046] Ainsi, selon une autre caractéristique, ladite au moins une bonbonne 2 est de type IV. Ceci signifie, qu'une bonbonne 2 est réalisée autour d'une structure composite qui apporte la structure et la forme. Cette structure est creuse. Elle comporte sur sa surface interne une enveloppe d'étanchéité interne ou liner, assurant l'étanchéité au gaz.
- [0047] De même, ledit au moins un tube 3 peut être en tout matériau.
- [0048] Selon une autre caractéristique, ledit au moins un tube 3 est métallique.
- [0049] Selon une autre caractéristique, ledit au moins un tube 3 est de type IV, tel que défini précédemment.
- [0050] L'invention a été illustrée et décrite en détail dans les dessins et la description précédente. Celle-ci doit être considérée comme illustrative et donnée à titre d'exemple et non comme limitant l'invention à cette seule description. De nombreuses variantes de réalisation sont possibles. L'étendue de la protection recherchée est définie par les revendications jointes.

Liste des signes de référence

- [0051] 1 : réservoir,
- [0052] 2 : bonbonne,
- [0053] 3 : tube,
- [0054] 4 : espace,
- [0055] 5 : plan tangent,
- [0056] 6 : logement,
- [0057] 7 : vanne / OTV.

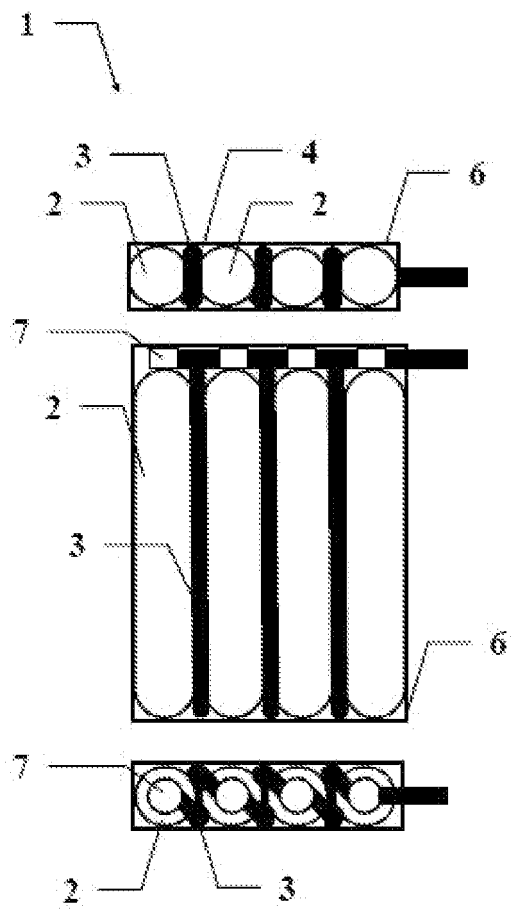
Revendications

- [Revendication 1] Réservoir (1) modulaire de stockage de gaz sous pression, tel de l'hydrogène, comprenant au moins deux bonbonnes (2), sensiblement cylindriques, disposées parallèlement côte à côte, fluidiquement connectées entre elles par au moins un tube (3), ***caractérisé en ce que*** ledit au moins un tube (3) est disposé dans un espace (4) entre lesdites au moins deux bonbonnes (2).
- [Revendication 2] Réservoir (1) selon la revendication 1, où l'espace (4) est délimité par deux bonbonnes (2) adjacentes et par un plan (5) tangent aux deux bonbonnes (2) adjacentes.
- [Revendication 3] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, où chacun desdits espaces (4) accueille un tube (3) de diamètre (d1) inférieur ou préférentiellement égal au quart du diamètre (D) d'une bonbonne (2).
- [Revendication 4] Réservoir (1) selon la revendication 3, où le tube (3) d'un premier espace (4) est connecté, à la première bonbonne (2) par sa première extrémité et au tube (3) d'un deuxième espace (4) par sa deuxième extrémité et où le tube (3) du deuxième espace (4) est connecté au tube (3) du premier espace (4) par sa première extrémité et à la deuxième bonbonne (2) par sa deuxième extrémité.
- [Revendication 5] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, où chacun desdits espaces (4) accueille trois tubes (3) de diamètre (d3) inférieur ou préférentiellement égal à $(\frac{2}{\sqrt{3}} - 1)$ fois le diamètre (D) d'une bonbonne (2).
- [Revendication 6] Réservoir (1) selon la revendication 5, où les trois tubes (3) du premier espace (4) sont connectés entre eux en série, les trois tubes (3) du deuxième espace (4) sont connectés entre eux en série et avec les trois tubes (3) du premier espace (4) en série.
- [Revendication 7] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, où les bonbonnes (2) sont connectées, via les tubes (3), en série.
- [Revendication 8] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, où les bonbonnes (2) sont connectées, via les tubes (3), en parallèle.
- [Revendication 9] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes où ladite au moins une bonbonne (2) est de type IV, comprenant une structure composite et une enveloppe d'étanchéité interne.
- [Revendication 10] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes où

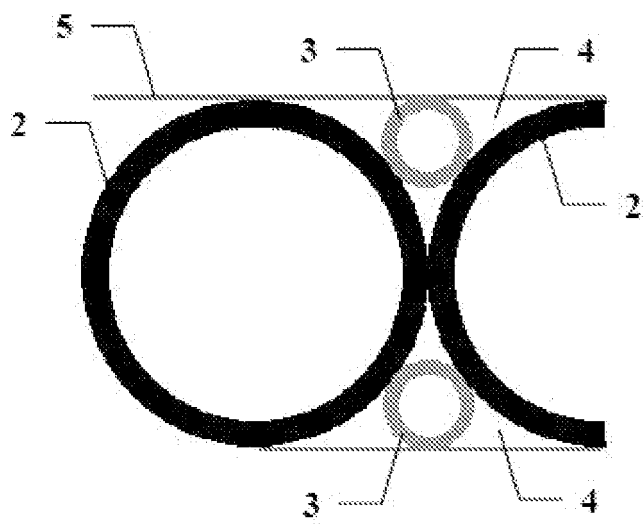
ledit au moins un tube (3) est métallique.

[Revendication 11] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes où
ledit au moins un tube (3) est de type IV.

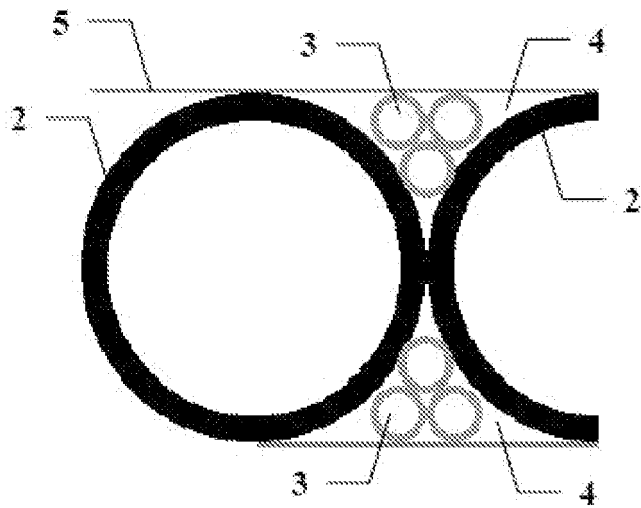
[Fig. 1]



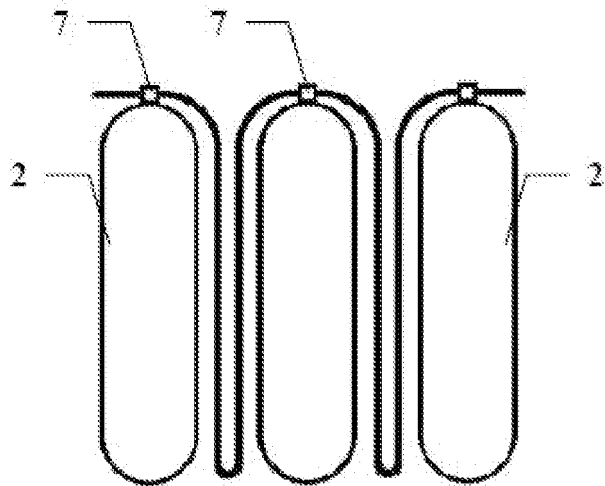
[Fig. 2]



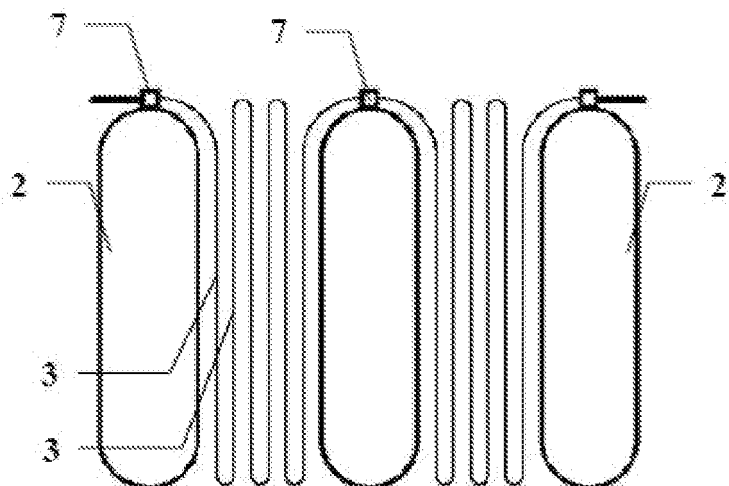
[Fig. 3]



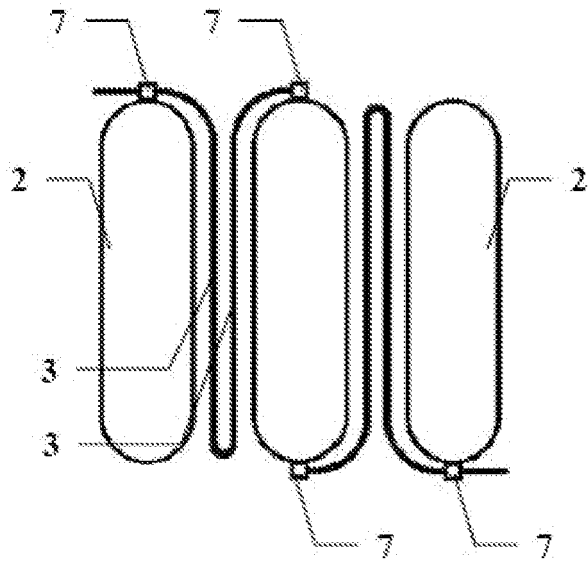
[Fig. 4]



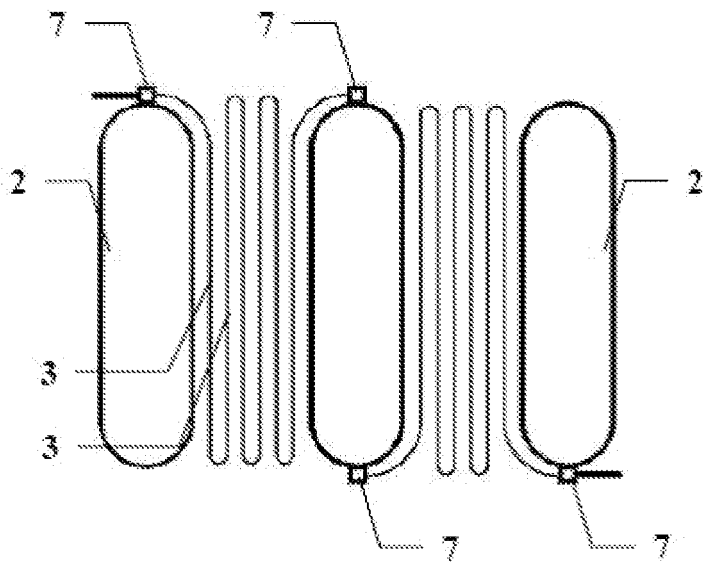
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

WO 2013/083160 A1 (BLUE WAVE CO SA [LU];
NETTIS FRANCESCO [GB] ET AL.)
13 juin 2013 (2013-06-13)

WO 2004/101396 A1 (YU JIANYUE [CN])
25 novembre 2004 (2004-11-25)

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

EP 2 404 872 A1 (SOLVAY [BE])
11 janvier 2012 (2012-01-11)

US 2013/186904 A1 (TESSIER PASCAL [US] ET
AL) 25 juillet 2013 (2013-07-25)

US 9 217 538 B2 (OTHER LAB LLC [US])
22 décembre 2015 (2015-12-22)

CA 2 283 008 C (FITZPATRICK P JOHN [CA];
STENNING DAVID G [CA]; CRAN JAMES A [CA])
4 septembre 2007 (2007-09-04)

DE 10 2006 027902 A1 (DALLACH GERT [DE];
GUENTHER HANS JOCHEN [DE] ET AL.)
31 janvier 2008 (2008-01-31)

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

NEANT