

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 12.01.21.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 15.07.22 Bulletin 22/28.

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) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE ANONYME — FR.

72 Inventeur(s) : FAYER Thomas et BRAVAIS Patrick.

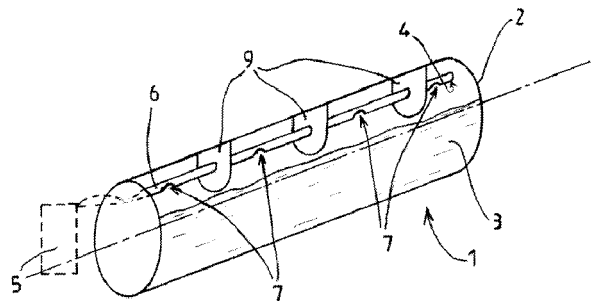
73 Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE ANONYME.

74 Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME.

54 Dispositif de stockage de fluide cryogénique.

57 Dispositif de stockage de fluide cryogénique comprenant un réservoir (2) s'étendant selon une direction (A) longitudinale et destiné à contenir du gaz liquéfié (3) en équilibre avec une phase gazeuse, un dispositif (5, 6) de pressurisation du réservoir (2), le dispositif de pressurisation comprenant un générateur (5) de gaz sous pression et une rampe (6) d'injection du gaz sous pression s'étendant selon la direction longitudinale (A) dans la partie supérieure du réservoir (2), la rampe (6) d'injection comprenant une pluralité d'orifices (7) de sortie de gaz espacés selon la direction (A) longitudinale, caractérisé en ce que l'un au moins parmi : l'espacement (D1, D2) entre les orifices (7), le diamètre (d0, d1, d2) des orifices (7), le nombre des orifices (7) est différent selon la direction (A) longitudinale entre une première extrémité d'entrée du gaz dans la rampe (6) et une seconde extrémité opposée de la rampe (6) et configuré pour homogénéiser les débits sortant des orifices (7) de la rampe (6) selon la direction (A) longitudinale.

.Figure de l'abrégé: Fig. 1



Description

Titre de l'invention : Dispositif de stockage de fluide cryogénique

- [0001] L'invention concerne un dispositif de stockage de fluide cryogénique.
- [0002] L'invention concerne plus particulièrement un dispositif de stockage de fluide cryogénique comprenant un réservoir s'étendant selon une direction longitudinale et destiné à contenir du gaz liquéfié en équilibre avec une phase gazeuse, un dispositif de pressurisation du réservoir, le dispositif de pressurisation comprenant un générateur de gaz sous pression et une rampe d'injection du gaz sous pression s'étendant selon la direction longitudinale dans la partie supérieure du réservoir, la rampe d'injection comprenant une pluralité d'orifices de sortie de gaz espacés selon la direction longitudinale.
- [0003] Dans certaines applications, pour soutirer du liquide d'un réservoir cryogénique, le réservoir doit être préalablement pressurisé de façon à présenter une différence de pression suffisante pour le transfert. En outre cette pression doit également être maintenue lors du transfert.
- [0004] Dans une solution connue, un réchauffeur atmosphérique est placé sous le réservoir pour permettre la pressurisation en vaporisant une partie du contenu liquide du stockage. Le gaz vaporisé et surchauffé est alors réinjecté dans le ciel gazeux du réservoir. Cf. par exemple le document FR1402554A.
- [0005] Le gaz réinjecté a cependant tendance à réchauffer le liquide cryogénique présent dans le réservoir, diminuant le pouvoir pressurisant du ciel gazeux et dégradant la température de la molécule liquide (que l'on veut garder la plus froide possible).
- [0006] Ces échanges thermiques au niveau de l'interface liquide/gaz sont d'autant plus importants que la vitesse de réinjection est élevée. Une réinjection de gaz non optimisée aura donc pour conséquence d'augmenter cet échange thermique non-désiré lors des phases de transfert de liquide. Les systèmes de réinjection connus perturbent la couche limite à l'interface liquide/gaz.
- [0007] Un but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur relevés ci-dessus.
- [0008] A cette fin, le dispositif selon l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce que l'un au moins parmi : l'espacement entre les orifices, le diamètre des orifices, le nombre des orifices est différent selon la direction longitudinale entre une première extrémité d'entrée du gaz dans la rampe et une seconde extrémité opposée de la rampe et configuré pour homogénéiser les débits sortant des orifices de la rampe selon la direction longitudinale.
- [0009] Le champ de vitesses de réinjection du gaz obtenu est plus homogène que selon l'art

antérieur et permet de concentrer la chaleur en haut du dôme gazeux, en perturbant le moins possible la couche limite à l'interface liquide/gaz. La stratification du ciel gazeux est améliorée.

[0010] Par ailleurs, des modes de réalisation de l'invention peuvent comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- [0011] – au moins une partie des orifices ont des diamètres identiques et des espacements décroissants de la première extrémité vers la seconde extrémité de la rampe,
- au moins une partie des orifices ont des diamètres croissants et des espacements constants de la première extrémité vers la seconde extrémité de la rampe,
- la seconde extrémité de la rampe comprend un organe de régulation de débit parmi : un convergent, un divergent, un orifice,
- le dispositif comprend plusieurs orifices situés à au moins une même position longitudinale de la rampe,
- au moins deux des plusieurs orifices situés à une même position longitudinale de la rampe sont orientés de façon distinctes dans le réservoir selon l'une des configurations suivantes : les orifices sont situés de façon opposée de part et d'autre de la périphérie de la rampe, les orifices sont orientés vers le haut et/ou vers le bas du réservoir,
- la somme des surfaces des orifices est égale à la surface de la section d'entrée du flux de gaz dans la rampe,
- la rampe ou la conduite à laquelle la rampe est reliée hors du réservoir comprend, à proximité de la première extrémité, un coude situé au-dessus d'au moins une partie du reste de la rampe s'étendant vers la seconde extrémité,
- le générateur de gaz sous pression comprend un réchauffeur du fluide prélevé dans le réservoir.

[0012] L'invention peut concerner également tout dispositif ou procédé alternatif comprenant toute combinaison des caractéristiques ci-dessus ou ci-dessous dans le cadre des revendications.

[0013] D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux figures dans lesquelles :

[0014] [fig.1] représente une vue en perspective en transparence, schématique et partielle, illustrant un exemple de structure et de fonctionnement d'un premier exemple possible de réalisation de l'invention,

[0015] [fig.2] représente de façon schématique et partielle une section transversale d'un détail du dispositif selon un premier mode de réalisation,

- [0016] [fig.3] représente de façon schématique et partielle une section transversale d'un détail du dispositif selon un deuxième mode de réalisation,
- [0017] [fig.4] représente de façon schématique et partielle une section transversale d'un détail du dispositif selon un troisième mode de réalisation,
- [0018] [fig.5] représente une vue en coupe et de côté, schématique et partielle, illustrant un autre exemple de réalisation de la structure et du fonctionnement de l'invention,
- [0019] Le dispositif 1 de stockage de fluide cryogénique illustré à titre d'exemple comprend un réservoir 2, par exemple de forme générale cylindrique, s'étendant selon une direction A longitudinale qui est de préférence horizontale lorsque le réservoir 2 est en configuration d'utilisation. Le réservoir 2 est du type cryogénique c'est-à-dire configuré pour contenir du gaz liquéfié 3 (une phase liquide en partie inférieure surmontée d'une phase gazeuse en partie supérieure).
- [0020] Le dispositif 1 comprend en outre un dispositif 5, 6 de pressurisation du réservoir 2. Ce dispositif de pressurisation comprend classiquement un générateur 5 de gaz sous pression et une rampe 6 d'injection du gaz sous pression s'étendant selon la direction longitudinale A dans la partie supérieure du réservoir 2. Le générateur 5 de gaz sous pression peut comprendre par exemple un réchauffeur du fluide prélevé sous forme liquide dans le réservoir 2.
- [0021] Par exemple, la rampe 6 d'injection est fixée par des platines 9 au niveau de la surface supérieure du réservoir 2. Par exemple, la rampe 6 est située à une distance de la partie la plus haute du réservoir 2 comprise entre 10mm et 200mm.
- [0022] La rampe 6 d'injection est munie d'une pluralité d'orifices 7 de sortie de gaz répartis selon la direction A longitudinale.
- [0023] L'espacement D_1, D_2, \dots entre les orifices 7 et/ou le diamètre d_0, d_1, d_2, \dots (ou la section) et/ou le nombre des orifices 7 varie selon la direction A longitudinale entre une première extrémité d'entrée du gaz dans la rampe 6 et une seconde extrémité opposée de la rampe 6, de façon à homogénéiser les débits sortant des orifices 7 de la rampe 6 selon la direction A longitudinale.
- [0024] La rampe 6 traverse de préférence l'ensemble du ciel gazeux du réservoir 2 (sur toute sa longueur ou la majorité de sa longueur).
- [0025] Par exemple, au moins une partie des orifices 7 ont des diamètres (ou sections) identiques d_0, d_1, d_2 et des espacements D_1, D_2 décroissants de la première extrémité vers la seconde extrémité de la rampe.
- [0026] Alternativement ou cumulativement, au moins une partie des orifices 7 ont des diamètres croissants d_0, d_1, d_2, \dots et des espacements D_1, D_2, \dots constants de la première extrémité vers la seconde extrémité de la rampe. Ces diamètres ou sections croissants peuvent également être obtenus par exemple en jouant sur le nombre d'orifices 7.

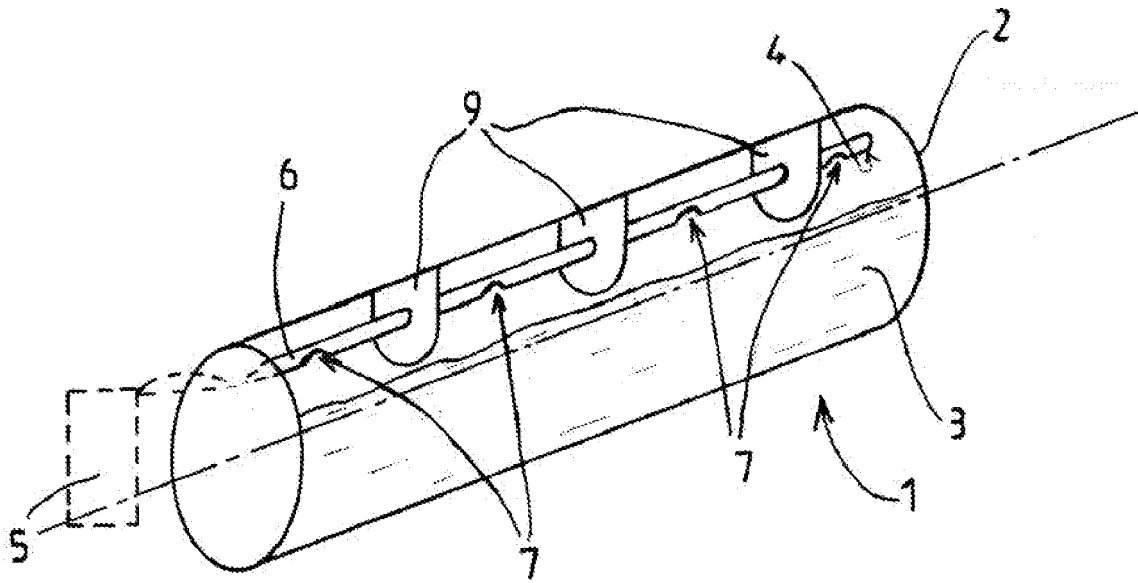
- [0027] Par exemple, la somme des surfaces de tous les orifices 7 peut être égale à la surface de la section d'entrée du flux de gaz dans la rampe 6.
- [0028] La seconde extrémité de la rampe 6 comprend de préférence un organe 8 de régulation de débit parmi : un convergent, un divergent, un orifice. Cet organe 8 de régulation est configuré pour contribuer au contrôle du débit et de la vitesse d'injection en bout de rampe 6.
- [0029] Comme schématisés aux [fig.2], [fig.3] et [fig.4], la rampe 6 peut comporter des groupes de plusieurs orifices 7 à une ou des positions longitudinales.
- [0030] Par exemple, des orifices 7 d'un même groupe ou de deux groupes différents peuvent être orientés de façon distinctes vers l'intérieur du réservoir 2.
- [0031] Par exemple des orifices 7 sont situés de façon opposée de part et d'autre de la périphérie de la rampe 6 (jets orientés latéralement de chaque côté vers le bas dans le réservoir 2) cf. [fig.3] et/ou vers le haut du réservoir (cf. [fig.3]) et/ou les orifices sont orientés latéralement sensiblement à l'horizontale cf. [fig.4].
- [0032] L'orientation des orifices 7, donnant l'inclinaison au jet de gaz, permet de réduire l'apparition de cellules convectives et/ou réduire les échanges thermiques à la paroi du réservoir 2.
- [0033] Les orifices peuvent être positionnés de manière symétrique ou non sur la rampe 6.
- [0034] Comme illustré à la [fig.5], la rampe 6 peut comprendre, à proximité de la première extrémité, un coude 9 situé au-dessus d'au moins une partie du reste de la rampe 6 s'étendant vers la seconde extrémité.
- [0035] Ceci permet d'éviter des retours de liquide dans le réchauffeur 5 si la rampe 6 est partiellement noyée de liquide (vagues dans le réservoir 2 ou forte inclinaison en cours d'utilisation par exemple). Ce mode de réalisation n'est cependant pas limitatif. Ainsi, ce coude 9 pourrait être formé à l'extérieur du réservoir 2, par exemple au niveau de la portion de conduite qui alimente la rampe 6 en gaz.
- [0036] Le dispositif permet la réduction des temps de mise en pression dans le réservoir 2.
- [0037] De plus, un tel agencement permet de diminuer la quantité de liquide utilisée dans le réchauffeur 5 (ou équivalent) lors des transferts.
- [0038] Les transferts thermiques à l'intérieur du réservoir 2 sont également réduits au niveau de l'interface liquide/gaz. Il y a de plus une réduction potentielle du réchauffage du liquide présent dans le réservoir 2 via une stratification du dôme gazeux (grâce à l'homogénéisation et réduction du champ de vitesse de réinjection).

Revendications

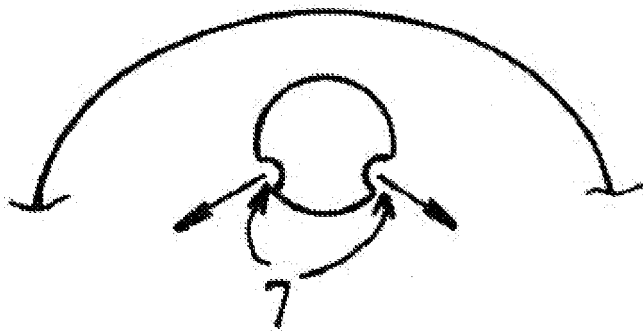
- [Revendication 1] Dispositif de stockage de fluide cryogénique comprenant un réservoir (2) s'étendant selon une direction (A) longitudinale et destiné à contenir du gaz liquéfié (3) en équilibre avec une phase gazeuse, un dispositif (5, 6) de pressurisation du réservoir (2), le dispositif de pressurisation comprenant un générateur (5) de gaz sous pression et une rampe (6) d'injection du gaz sous pression s'étendant selon la direction longitudinale (A) dans la partie supérieure du réservoir (2), la rampe (6) d'injection comprenant une pluralité d'orifices (7) de sortie de gaz espacés selon la direction (A) longitudinale, caractérisé en ce que l'un au moins parmi : l'espacement (D1, D2) entre les orifices (7), le diamètre (d0, d1, d2) des orifices (7), le nombre des orifices (7) est différent selon la direction (A) longitudinale entre une première extrémité d'entrée du gaz dans la rampe (6) et une seconde extrémité opposée de la rampe (6) et configuré pour homogénéiser les débits sortant des orifices (7) de la rampe (6) selon la direction (A) longitudinale.
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins une partie des orifices (7) ont des diamètres identiques (d0, d1, d2) et des espacements (D1, D2) décroissants de la première extrémité vers la seconde extrémité de la rampe (6).
- [Revendication 3] Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'au moins une partie des orifices (7) ont des diamètres croissants (d0, d1, d2) et des espacements (D1, D2) constants de la première extrémité vers la seconde extrémité de la rampe (6).
- [Revendication 4] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la seconde extrémité de la rampe (6) comprend un organe (8) de régulation de débit parmi : un convergent, un divergent, un orifice.
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une quelconque de revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs orifices (7) situés à au moins une même position longitudinale de la rampe (6).
- [Revendication 6] Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'au moins deux des plusieurs orifices (7) situés à une même position longitudinale de la rampe (6) sont orientés de façon distinctes dans le réservoir selon l'une des configurations suivantes : les orifices (7) sont situés de façon opposée de part et d'autre de la périphérie de la rampe (6), les orifices sont orientés vers le haut et/ou vers le bas du réservoir.

- [Revendication 7] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la somme des surfaces des orifices (7) est égale à la surface de la section d'entrée du flux de gaz dans la rampe (6).
- [Revendication 8] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la rampe (6) ou la conduite à laquelle la rampe (6) est reliée hors du réservoir comprend, à proximité de la première extrémité, un coude (9) situé au-dessus d'au moins une partie du reste de la rampe (6) s'étendant vers la seconde extrémité.
- [Revendication 9] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le générateur (5) de gaz sous pression comprend un réchauffeur du fluide prélevé dans le réservoir.

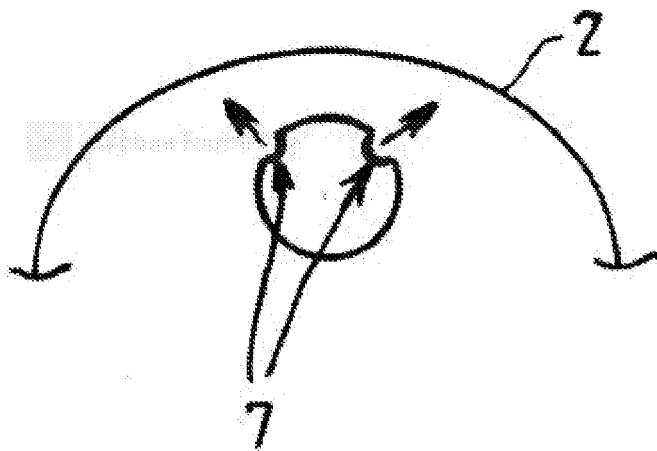
[Fig. 1]



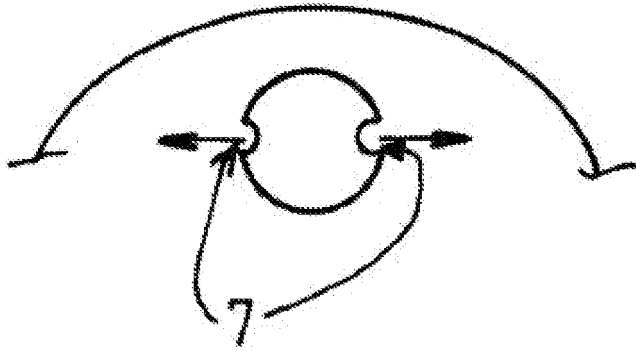
[Fig. 2]



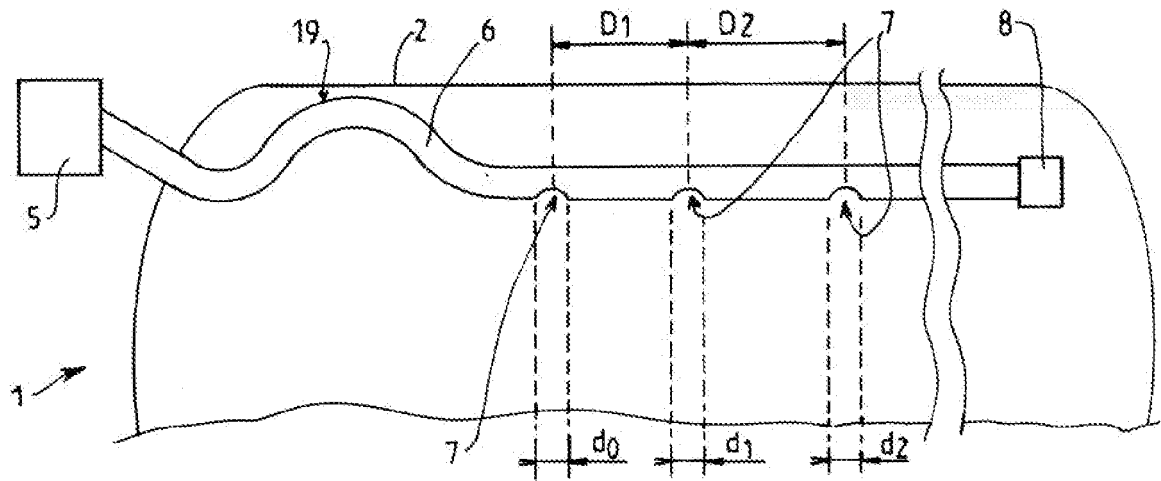
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement
 national

 FA 889343
 FR 2100238

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	US 2015/345708 A1 (SLOAN TODD F [CA] ET AL) 3 décembre 2015 (2015-12-03)	1-5,7	F17C9/02 F17C3/02 F17C13/00
Y	* alinéas [0004], [0077], [0097]; figure 10A *	6	
A	-----	8,9	
A	US 2011/220003 A1 (COLMARD CHRISTOPHE [FR] ET AL) 15 septembre 2011 (2011-09-15) * alinéas [0082] - [0087]; figures 3,5 *	1	
A	-----		
A,D	FR 1 402 554 A (CHICAGO BRIDGE & IRON CO) 11 juin 1965 (1965-06-11) * figures 1,2 *	1	
A	-----		
A	DE 10 2017 206346 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 18 octobre 2018 (2018-10-18) * alinéas [0005], [0012]; figures 1,2 *	1	
Y	-----		
Y	DE 10 2012 200554 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 18 juillet 2013 (2013-07-18)	6	
A	* figures 1-12 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	-----		F17C
A	US 5 176 174 A (TORAASON CLIFFORD M [US] ET AL) 5 janvier 1993 (1993-01-05) * figure 1c *	2	

Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 septembre 2021		Nicol, Boris	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		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.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2100238 FA 889343**

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 **16-09-2021**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2015345708	A1	03-12-2015	AUCUN
US 2011220003	A1	15-09-2011	AU 2009315513 A1 30-06-2011 BR PI0921030 A2 24-09-2019 CN 102216154 A 12-10-2011 EP 2349827 A1 03-08-2011 FR 2938498 A1 21-05-2010 JP 2012508669 A 12-04-2012 KR 20110084935 A 26-07-2011 RU 2011112495 A 27-12-2012 US 2011220003 A1 15-09-2011 WO 2010055244 A1 20-05-2010
FR 1402554	A	11-06-1965	AUCUN
DE 102017206346	A1	18-10-2018	AUCUN
DE 102012200554	A1	18-07-2013	DE 102012200554 A1 18-07-2013 EP 2805098 A1 26-11-2014 US 2014326737 A1 06-11-2014 WO 2013107547 A1 25-07-2013
US 5176174	A	05-01-1993	AUCUN