

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 134 441**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **22 03254**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 17 C 5/04 (2022.01), B 67 D 7/80, 7/04**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 **Date de dépôt** : 08.04.22.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 13.10.23 Bulletin 23/41.

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** :

Demanda(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)** : GIRARD Claire, PETITPAS Guillaume et OUAKRIM Wassim.

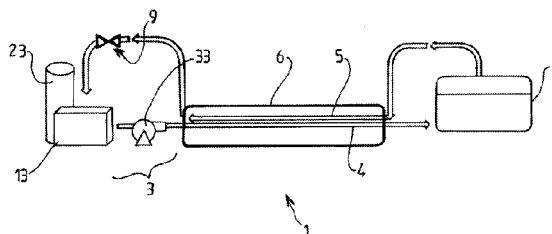
⑦3 **Titulaire(s)** : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE ANONYME.

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

⑤4 **Installation et procédé de remplissage de réservoir(s) de gaz liquéfié.**

⑤7 Installation et procédé de remplissage de réservoir(s) de gaz liquéfié cryogénique comprenant une source (3), une première conduite (4) de transfert de liquide ayant une première extrémité reliée à la source (3) et une seconde extrémité destinée à être raccordée à un réservoir cryogénique à remplir pour transférer du fluide liquéfié cryogénique de la source (3) vers le réservoir à remplir, l'installation comprenant une seconde conduite (5) de transfert de gaz ayant une première extrémité destinée à être reliée au réservoir cryogénique à remplir et une seconde extrémité raccordée à la source (3), la seconde conduite (5) étant configurée pour collecter du gaz de vaporisation du réservoir à remplir vers la source (3), la première conduite (4) et la seconde conduite (5) comprenant des portions de conduite adjacentes, au moins une partie desdites portions de conduites adjacentes étant en échange thermique.

Figure de l'abrégé: Fig. 1



FR 3 134 441 - A1



Description

Titre de l'invention : Installation et procédé de remplissage de réservoir(s) de gaz liquéfié

- [0001] L'invention concerne une installation et un procédé de remplissage de réservoir(s) de gaz liquéfié.
- [0002] L'invention concerne plus particulièrement une installation de remplissage de réservoir(s) de gaz liquéfié cryogénique, notamment d'hydrogène, comprenant une source de gaz liquéfié cryogénique, une première conduite de transfert de liquide ayant une première extrémité reliée à la source et une seconde extrémité destinée à être raccordée à un réservoir cryogénique à remplir, ladite première conduite étant configurée pour transférer du fluide liquéfié cryogénique de la source vers le réservoir à remplir, l'installation comprenant une seconde conduite de transfert de gaz ayant une première extrémité destinée à être reliée au réservoir cryogénique à remplir et une seconde extrémité raccordée à la source, la seconde conduite étant configurée pour collecter du gaz de vaporisation du réservoir à remplir vers la source, la première conduite et la seconde conduite comprenant des portions de conduite adjacentes.
- [0003] L'invention concerne notamment le transfert d'hydrogène liquide entre deux stockages et la gestion des gaz d'évaporation.
- [0004] Typiquement, ce transfert de liquide cryogénique peut être réalisé avec une pompe de transfert. Si la pression aval (réservoir à remplir) est supérieure à la pression du stockage source en amont, le gaz liquéfié peut être réchauffé pendant le transfert.
- [0005] L'invention peut concerner en particulier les transferts d'hydrogène liquéfié entre d'une part, un stockage à basse pression et à la température de saturation ou stratifié en température (stockage d'un liquéfacteur et/ou d'une station de remplissage) et, d'autre part, un réservoir embarqué (réservoir de navire, de camion ou d'avion). Le liquide transféré est maintenu à plus haute pression de saturation dans le réservoir aval que dans le stockage en amont.
- [0006] Par exemple, le stockage source est à l'état saturé à une pression 1,5 bara tandis que le réservoir à remplir est dans un état saturé à une pression de à 4 à 5 bara, (par exemple pour alimenter une pile à combustible).
- [0007] L'invention peut également s'appliquer à tout autre type de transfert de gaz liquéfié, par exemple les transferts d'un stockage de liquéfacteur vers une remorque, ou le transfert de liquide d'une remorque vers un réservoir d'une station.
- [0008] La distance entre ces réservoirs (source et réservoir à remplir) peut varier de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Le gaz stocké à l'intérieur du réservoir aval est froid et peut être recyclé autour du stockage amont.

- [0009] Le document US5365981 décrit un transfert de gaz liquéfié d'une station vers un réservoir à remplir de véhicule qui est configuré pour éviter la génération de gaz de vaporisation. Pour cela, le gaz présent dans le réservoir est évacué avant de remplir le réservoir avec du gaz liquéfié sous-refroidi. Ce dispositif ne permet pas une valorisation satisfaisante de ce gaz de vaporisation.
- [0010] Un but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur relevés ci-dessus.
- [0011] A cette fin, l'installation selon l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisée en ce que au moins une partie desdites portions de conduites adjacentes sont en échange thermique.
- [0012] Ainsi, l'invention propose une portion de conduite à double flux (rigide ou souple) avec le liquide et le gaz à contre-courant.
- [0013] Par ailleurs, des modes de réalisation de l'invention peuvent comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :
- [0014] – au moins une partie des portions de conduite adjacentes sont logées dans un boîtier (6) commun isolé thermiquement et en ce que les portions de conduites adjacentes sont en échange thermique dans le boîtier,
- au moins une partie des portions de conduite adjacentes ne sont pas en échange thermique, c'est-à-dire sont isolées thermiquement l'une de l'autre via un isolant thermique,
- les portions de conduites adjacentes sont en échange thermique via l'un au moins parmi : un contact, une concentricité, un échangeur (8) de chaleur configuré pour assurer un échange thermique entre lesdits tronçons,
- la seconde extrémité de la seconde conduite comprend un organe de régulation de débit et/ou de pression du gaz,
- la seconde extrémité de la seconde conduite comprend un échange de chaleur avec un organe de réchauffage, par exemple un échangeur de chaleur en échange de chaleur avec un fluide,
- la source comprend un stockage de gaz liquéfié cryogénique et une pompe,
- l'organe de réchauffage est configuré pour assurer un échange thermique entre la seconde extrémité de la seconde conduite et un gaz de vaporisation du stockage de gaz liquéfié,
- la source comprend un dispositif de liquéfaction configuré pour produire du gaz liquéfié cryogénique,
- la seconde extrémité de la seconde conduite est reliée au dispositif de liquéfaction qui configuré pour liquéfier ledit gaz.
- [0015] L'invention concerne également un procédé de remplissage d'un réservoir de gaz

liquéfié cryogénique, notamment d'hydrogène liquéfié, utilisant une installation selon l'une quelconque des caractéristiques ci-dessus ou ci-dessous, le procédé comprenant un transfert de gaz liquéfié cryogénique de la source vers le réservoir via la première conduite et, simultanément, une collecte de gaz de vaporisation du réservoir vers la source via la seconde conduite dans lequel, le gaz collecté est refroidi ou maintenu en froid par échange thermique avec le gaz liquéfié au niveau des portions de conduites adjacentes en échange thermique.

[0016] D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux figures dans lesquelles :

Brève description des figures

[0017] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

[0018] [Fig.1] est une vue schématique et partielle selon un premier exemple de réalisation possible de l'invention,

[0019] [Fig.2] est une vue schématique et partielle selon un deuxième exemple de réalisation possible de l'invention,

[0020] [Fig.3] est une vue schématique et partielle selon un troisième exemple de réalisation possible de l'invention,

[0021] [Fig.4] est une vue schématique et partielle selon un quatrième exemple de réalisation possible de l'invention,

[0022] [Fig.5] est une vue schématique et partielle selon un cinquième exemple de réalisation possible de l'invention.

Description détaillée

[0023] Sur toutes les figures, les mêmes références se rapportent aux mêmes éléments.

[0024] Dans cette description détaillée, les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, cela ne signifie pas que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées et/ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.

[0025] L'installation 1 de remplissage de réservoir(s) de gaz liquéfié cryogénique illustrée comprend une source 3 de gaz liquéfié cryogénique et une première conduite 4 et seconde 5 conduite de transfert.

[0026] La première conduite 4 est prévue pour le transfert de liquide et possède une première extrémité reliée à la source 3 et une seconde extrémité destinée à être raccordée à un réservoir 2 cryogénique à remplir (par exemple via un raccord rapide démontable). Cette première conduite 4 est configurée pour transférer du fluide liquéfié cryogénique de la source 3 vers le réservoir 2 à remplir.

- [0027] La seconde conduite 5 est prévue pour le transfert de gaz et possède une première extrémité destinée à être reliée au réservoir 2 cryogénique à remplir et une seconde extrémité raccordée la source 3. Cette seconde conduite 5 est configurée pour collecter du gaz de vaporisation du réservoir 2 à remplir vers la source 3.
- [0028] Comme illustré, la première conduite 4 et la seconde conduite 5 comprenant des portions de conduite adjacentes, par exemple jointes.
- [0029] Selon une particularité avantageuse, au moins une partie desdites portions de conduites adjacentes sont mises en échange thermique.
- [0030] Cet échange thermique peut être réalisé via l'un au moins parmi : un contact, une concentricité, un échangeur 8 de chaleur configuré pour assurer un échange thermique entre lesdits tronçons.
- [0031] Ceci permet de maintenir en froid ce gaz de vaporisation (« Boil-Off ») extrait du réservoir 2 à remplir et ainsi d'économiser des frigories valorisables, par exemple à l'intérieur d'un système de gestion de ces gaz (notamment au niveau de la source 3). Cet échange de chaleur pendant un remplissage de liquide permet également de réchauffer le gaz liquéfié avant son transfert dans le réservoir 2 pour atteindre la pression de saturation requise.
- [0032] Le liquide est donc envoyé du stockage 13 source vers le réservoir 2 par exemple via la partie interne de la canalisation/flexible double (de préférence avec une pompe 33 de transfert pour pallier la perte de charge de la canalisation et la différence de pression entre les deux récipients 13, 2). Ceci est particulièrement utile lorsque la pression du stockage 13 de la source 3 en amont est inférieure à la pression du réservoir 2 à remplir. Le réservoir 2 peut être rempli de liquide par le bas.
- [0033] Lors de l'entrée de liquide dans le réservoir 2 le gaz est poussé à l'extérieur du réservoir 2 par effet piston. Le gaz est envoyé du réservoir 2 vers le stockage 13 source via la seconde conduite 5 grâce à la différence de pression entre les deux récipients (supérieure à la perte de charge en ligne). Le gaz peut ensuite être injecté dans un système de gestion des ébullitions de la source 3 et recyclé le cas échéant. Si nécessaire, une soupape de surpression peut être utilisée à la sortie du double tuyau pour diminuer la pression du gaz.
- [0034] Les deux conduites 4, 5 peuvent être associées physiquement sur au moins une partie de leur longueur, par exemple concentriquement pour former une tuyauterie unique véhiculant à la fois le liquide et le gaz (à contre-courant).
- [0035] Pour un réservoir 2 ayant une capacité de cinq tonnes, un remplissage peut être réalisé en une heure à une pression de 4,5bara par exemple (débit de 5 tonne/heure par exemple).
- [0036] La masse de gaz de vaporisation extraite peut être de l'ordre de 450kg.
- [0037] Ce transfert peut être réalisé à partir d'un stockage 13 source à une pression de

1,5bara par exemple.

- [0038] Selon les configurations (débits/températures...) il peut y avoir un excès de froid ou de chaud pour atteindre les conditions voulues.
- [0039] Ainsi, l'échange thermique entre les flux de liquide et de gaz peut être limité sur une partie seulement des portions de conduites 4, 5 adjacentes.
- [0040] Ceci permet d'éviter d'atteindre une température du liquide saturé supérieure à la température de saturation visée par l'utilisateur en aval du réservoir 2 (par exemple entre 4,5 et 5 bara ou au-delà, par exemple 16 bara). Ceci permet en outre d'éviter la condensation des gaz.
- [0041] Comme illustré, au moins une partie des portions de conduite 4, 5 adjacentes peuvent être logées dans un boîtier 6 commun isolé thermiquement, par exemple une enveloppe étanche sous vide et/ou isolée avec un isolant (par exemple du type multicouches « MLI »). Les portions de conduites adjacentes en échange thermique sont de préférence situées dans le boîtier 6.
- [0042] Comme mentionné ci-dessus et illustré aux [Fig.1], [Fig.3] et [Fig.5], une partie des portions de conduite adjacentes peuvent ne pas être en échange thermique, c'est-à-dire sont par exemple isolées thermiquement l'une de l'autre via un écran isolant 7 thermique. Ceci limite la puissance d'échange thermique entre ces dernières. Comme illustré aux [Fig.2], [Fig.3] et [Fig.5], la couche d'isolation thermique peut être située uniquement sur la première conduite 4.
- [0043] De même il pourrait être envisagé de moduler cette longueur ou surface d'échange thermiques entre les conduites 4, 5, par exemple via un écran 7 isolant qui serait mobile relativement aux conduites 4, 5 pour moduler leur surface en échange thermique. Une autre solution serait de prévoir une ligne de dérivation (bypass) qui permet de contrôler la longueur des tronçons des conduites en échange thermique.
- [0044] Comme illustré, la seconde extrémité de la seconde conduite 5 comprend de préférence un organe 9 de régulation de débit et/ou de pression du gaz (vanne et/ou détendeur ou autre). Ceci permet de contrôler la pression du gaz récupéré. Ce gaz récupéré peut être récupéré dans un stockage 13 de la source 3 et/ou traité et/ou liquéfié dans un dispositif de liquéfaction 23 si la source 3 en possède un.
- [0045] Comme illustré à la [Fig.3], le gaz récupéré du réservoir 2 peut d'abord être réchauffé en circulant du réservoir 2 vers la source 3 puis un échangeur 8 de chaleur le refroidit au contact du flux de liquide circulant dans la première conduite 4. Cet échangeur 8 de chaleur peut avantageusement être placé plus en aval (c'est-à-dire au niveau de l'extrémité située du côté du réservoir 2).
- [0046] Comme illustré à la [Fig.5], la seconde extrémité de la seconde conduite 5 peut comprendre un échange de chaleur avec un organe 10 de refroidissement, par exemple un échangeur 10 de chaleur en échange de chaleur avec un fluide, par exemple un gaz

de vaporisation d'un stockage 13 de la source 3. Ceci permet de récupérer les frigories du gaz d'échange pour refroidir le gaz de vaporisation récupéré du réservoir 2 avant son entrée dans une partie froide de la source 3.

[0047] 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.

Revendications

- [Revendication 1] Installation de remplissage de réservoir(s) de gaz liquéfié cryogénique, notamment d'hydrogène, comprenant une source (3) de gaz liquéfié cryogénique, une première conduite (4) de transfert de liquide ayant une première extrémité reliée à la source (3) et une seconde extrémité destinée à être raccordée à un réservoir cryogénique à remplir, ladite première conduite (4) étant configurée pour transférer du fluide liquéfié cryogénique de la source (3) vers le réservoir à remplir, l'installation comprenant une seconde conduite (5) de transfert de gaz ayant une première extrémité destinée à être reliée au réservoir cryogénique à remplir et une seconde extrémité raccordée à la source (3), la seconde conduite (5) étant configurée pour collecter du gaz de vaporisation du réservoir à remplir vers la source (3), la première conduite (4) et la seconde conduite (5) comprenant des portions de conduite adjacentes, caractérisée en ce que au moins une partie desdites portions de conduites adjacentes sont en échange thermique.
- [Revendication 2] Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que au moins une partie des portions de conduite adjacentes sont logées dans un boîtier (6) commun isolé thermiquement et en ce que les portions de conduites adjacentes sont en échange thermique dans le boîtier (6).
- [Revendication 3] Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que au moins une partie des portions de conduite adjacentes ne sont pas en échange thermique, c'est-à-dire sont isolées thermiquement l'une de l'autre via un isolant (7) thermique.
- [Revendication 4] Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les portions de conduites adjacentes sont en échange thermique via l'un au moins parmi : un contact, une concentricité, un échangeur (8) de chaleur configuré pour assurer un échange thermique entre lesdits tronçons.
- [Revendication 5] Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la seconde extrémité de la seconde conduite (5) comprend un organe (9) de régulation de débit et/ou de pression du gaz.
- [Revendication 6] Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la seconde extrémité de la seconde conduite (5) comprend un échange de chaleur avec un organe (10) de réchauffage, par exemple un échangeur de chaleur en échange de chaleur avec un fluide.
- [Revendication 7] Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée

en ce que la source (3) comprend un stockage (13) de gaz liquéfié cryogénique et une pompe (33).

[Revendication 8]

Installation selon les revendications 7 et 6, caractérisée en ce que l'organe (10) de réchauffage est configuré pour assurer un échange thermique entre la seconde extrémité de la seconde conduite (5) et un gaz de vaporisation du stockage (13) de gaz liquéfié.

[Revendication 9]

Installation selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisée en ce que la source (3) comprend un dispositif (23) de liquéfaction configuré pour produire du gaz liquéfié cryogénique.

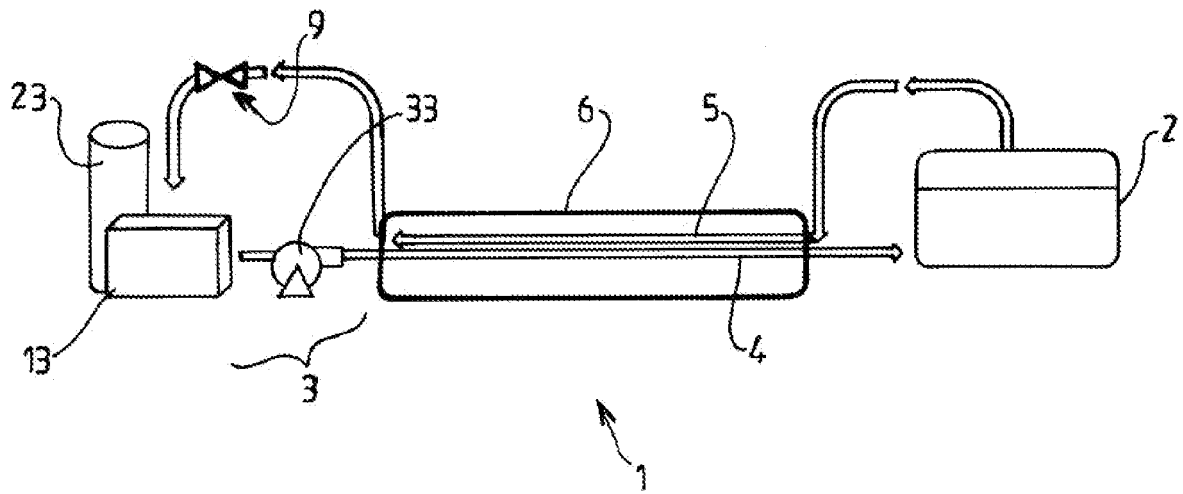
[Revendication 10]

Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce que la seconde extrémité de la seconde conduite (5) est reliée au dispositif (23) de liquéfaction qui configuré pour liquéfier ledit gaz.

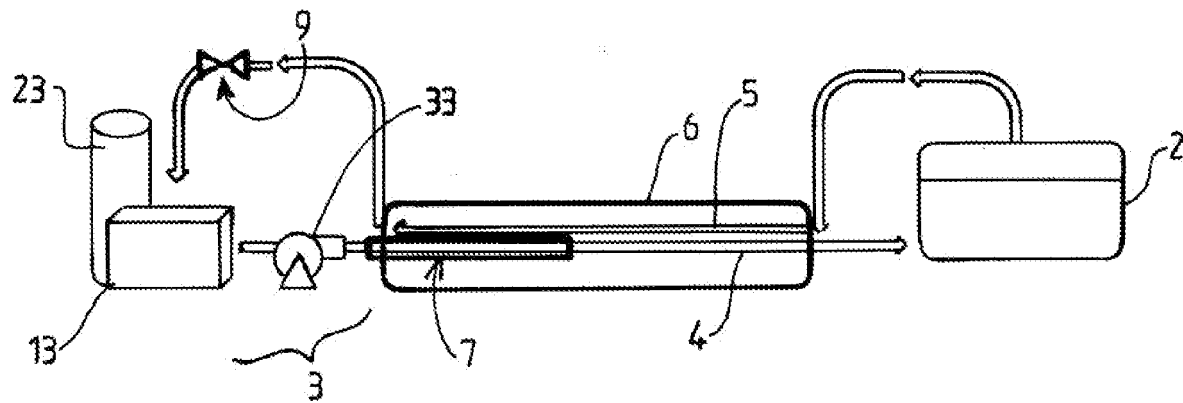
[Revendication 11]

Procédé de remplissage d'un réservoir (2) de gaz liquéfié cryogénique, notamment d'hydrogène liquéfié, utilisant une installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, le procédé comprenant un transfert de gaz liquéfié cryogénique de la source (3) vers le réservoir (2) via la première conduite (4) et, simultanément, une collecte de gaz de vaporisation du réservoir (2) vers la source (3) via la seconde conduite (5) dans lequel, le gaz collecté est refroidi ou maintenu en froid par échange thermique avec le gaz liquéfié au niveau des portions de conduites adjacentes en échange thermique.

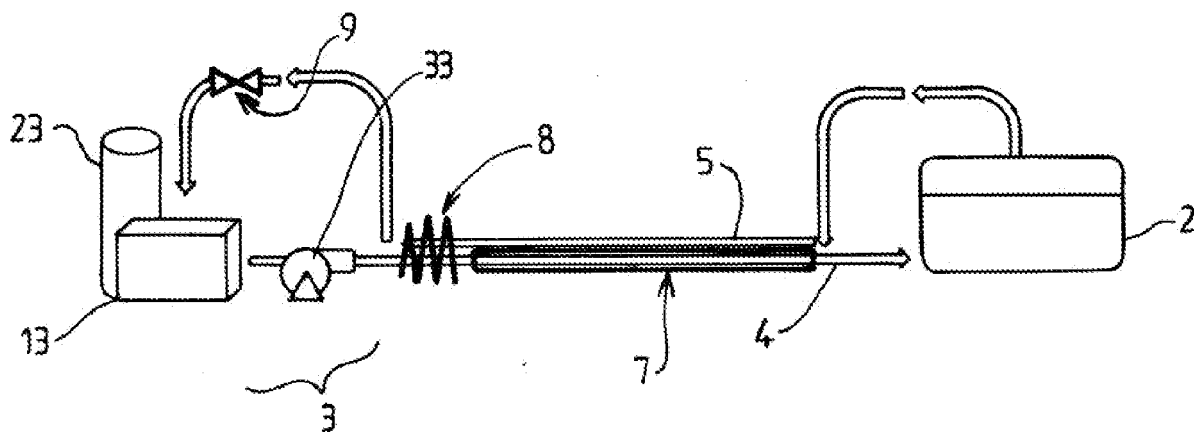
[Fig. 1]



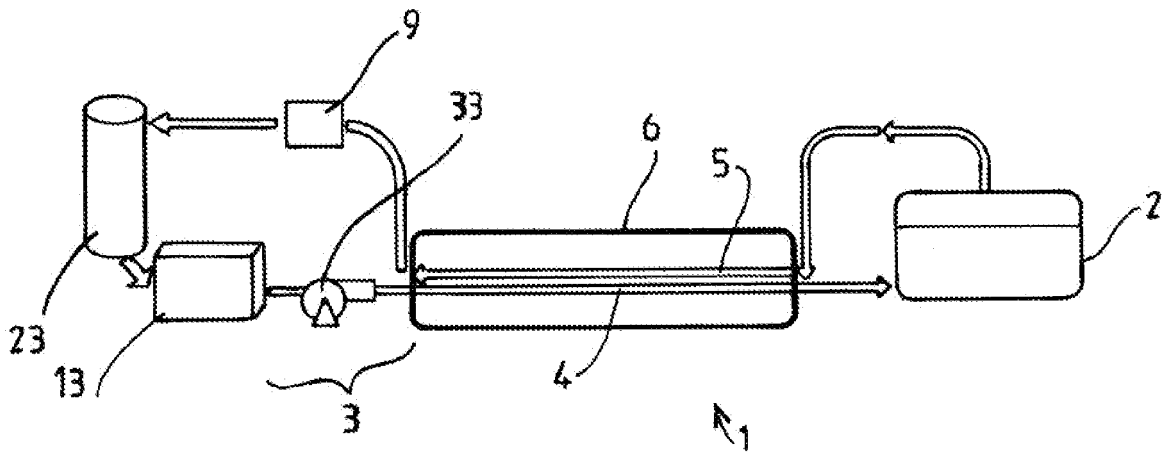
[Fig. 2]



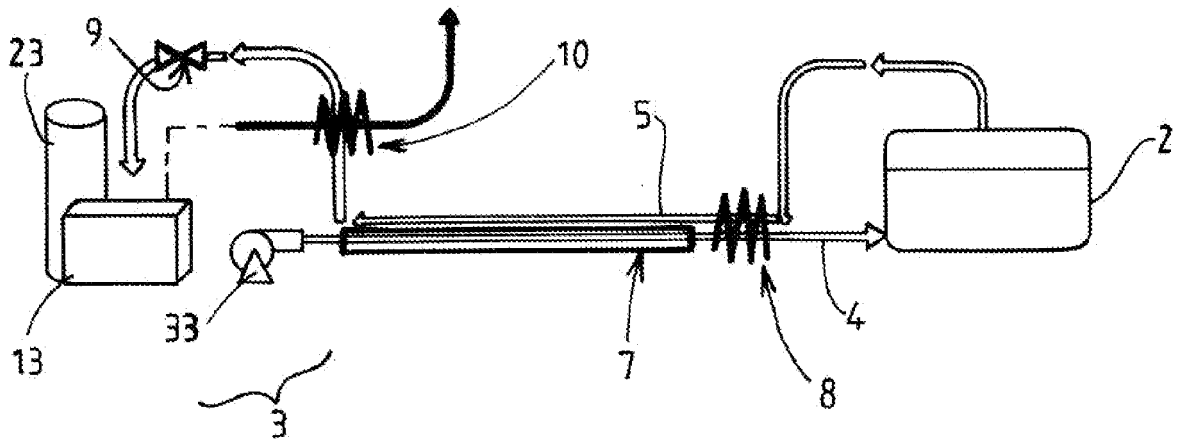
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 905698
FR 2203254

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	DE 20 2015 009958 U1 (BRUGG ROHRSYSTEM AG [CH]) 13 janvier 2022 (2022-01-13)	1-5, 7,	F17C5/04
A	* le document en entier * -----	9-11	B67D7/80
		6, 8	B67D7/04
X, D	US 5 365 981 A (PESCHKA WALTER [DE] ET AL) 22 novembre 1994 (1994-11-22)	1-5, 7,	
A	* le document en entier * -----	9-11	
		6, 8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F17C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 novembre 2022		Ott, Thomas	
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 2203254 FA 905698**

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 **15-11-2022**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 202015009958 U1	13-01-2022	AUCUN	

US 5365981 A	22-11-1994	DE 4129020 A1	04-03-1993
		JP 2540697 B2	09-10-1996
		JP H05215298 A	24-08-1993
		US 5365981 A	22-11-1994
