

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 107 573

21 N° d'enregistrement national : 20 01724

51 Int Cl⁸ : F 04 B 37/08 (2019.12), F 04 B 15/08, F 17 C 5/02

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 21.02.20.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 27.08.21 Bulletin 21/34.

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) : BENISTAND-HECTOR Cyril et PETIT-PAS Guillaume.

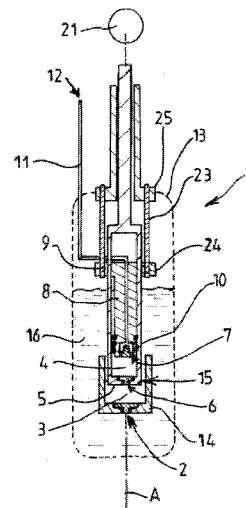
73 Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE ANONYME.

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

54 Appareil de compression et station de remplissage comprenant un tel appareil.

57 Appareil (1) de compression de fluide comprenant une première (3) et une seconde chambre (4) de compression, un système (2) d'admission communiquant avec la première chambre (3) de compression, un système (6) de transfert communiquant avec la première (3) et la seconde (4) chambre de compression, un piston (5) mobile pour assurer la compression du fluide dans les première (3) et seconde (4) chambres de compression, l'appareil (1) comprenant en outre un orifice (7) d'évacuation communiquant avec la seconde chambre (4) de compression et configuré pour permettre la sortie de fluide comprimé, la seconde (4) chambre de compression étant délimitée par une portion du corps du piston (5) et une paroi fixe de l'appareil, le piston (5) étant mobile en translation selon une direction (A) longitudinale, le piston (5) comportant une portion tubulaire montée autour d'un guide (8) central fixe, une extrémité terminale du guide (8) central formant la paroi fixe délimitant une partie de la seconde chambre (4) de compression, l'appareil (1) comprenant un système d'étanchéité (10) formé entre le guide (8) central et le piston (5), selon la direction (A) longitudinale de translation du piston (5), le système (2) d'admission est situé à une première extrémité de l'appareil (1), l'orifice (7) d'évacuation étant situé à une seconde extrémité de l'appareil et le système (6) de transfert est situé

entre le système (2) d'admission et l'orifice (7) d'évacuation.
Figure de l'abrégié: Fig. 1



FR 3 107 573 - A1



Description

Titre de l'invention : Appareil de compression et station de remplissage comprenant un tel appareil

- [0001] L'invention concerne un appareil de compression de fluide cryogénique ainsi qu'une station de remplissage comprenant un tel appareil.
- [0002] L'invention concerne plus particulièrement un appareil de compression de fluide à plusieurs étages de compression comprenant une première chambre de compression, une seconde chambre de compression, un système d'admission communiquant avec la première chambre de compression configuré pour permettre l'entrée de fluide à comprimer dans ladite première chambre de compression, un système de transfert communiquant avec la première et la seconde chambre de compression et configuré pour permettre le transfert de fluide de la première chambre de compression vers la seconde chambre de compression, un piston mobile pour assurer la compression du fluide dans les première et seconde chambres de compression, l'appareil comprenant en outre un orifice d'évacuation communiquant avec la seconde chambre de compression et configuré pour permettre la sortie de fluide comprimé, la seconde chambre de compression étant délimitée par une portion du corps du piston et une paroi fixe de l'appareil, le piston étant mobile en translation selon une direction longitudinale.
- [0003] L'invention concerne en particulier un appareil de compression ou de pompage de gaz et/ou liquides cryogéniques.
- [0004] Dans la suite, notamment les termes « appareil de compression », « pompe » peuvent être utilisés indistinctement de même que pour les termes « pompage » et « compression ». L'appareil objet de l'invention concerne en effet un appareil de pompage et/ou de compression de fluide cryogénique liquide et/ou gazeux et/ou super-critique.
- [0005] Les fluides cryogéniques présentent des densités beaucoup plus élevées que les fluides gazeux. Par conséquent, les pompes cryogéniques (par opposition aux compresseurs à gaz) offrent des débits massiques plus importants, un volume plus petit, consomment moins d'énergie et nécessitent moins d'entretien. C'est pourquoi les pompes cryogéniques sont utilisées dans de nombreux domaines tels que les unités de séparation des gaz de l'air, les reformeurs, les stations de remplissage, les secteurs maritimes.
- [0006] Les fluides concernés comprennent généralement l'oxygène, l'azote, le gaz naturel, l'argon, l'hélium ou l'hydrogène. Ces appareils de compression (ou pompes) ont pour fonction de pressuriser un fluide cryogénique à un débit cible.
- [0007] Par exemple, une pompe à piston cryogénique peut être placée directement en ligne à

la sortie du stockage source cryogénique ou encore dans un bain cryogénique dédié (également appelé "sump" en anglais), situé à côté et directement alimenté par un réservoir de stockage principal.

- [0008] Pour diverses raisons, notamment la commodité de l'entretien et de la conception, généralement la pompe cryogénique est à mouvement alternatif et est insérée dans un réservoir de sorte à être immergée dans le fluide cryogénique à pomper.
- [0009] Les pompes cryogéniques ont généralement des pressions d'entrée comprises entre 1 et 12 bars et des pressions de sortie de 20 à 1000 bar, selon l'application. Les pompes peuvent comporter un ou plusieurs étages de compression en utilisant un mouvement de va-et-vient.
- [0010] Un mécanisme à deux étages de compression est souvent préféré car celui-ci permet de découpler la phase d'admission (pendant laquelle le fluide doit être aussi dense et donc aussi froid que possible) et la phase de pressurisation (où des quantités de chaleur néfastes pour le procédé peuvent être générées). Les principaux indicateurs de performance des pompes cryogéniques à piston sont : le rendement volumétrique, les pertes par évaporation, la consommation d'énergie, l'empreinte au sol et la durabilité.
- [0011] Les principales caractéristiques des pompes cryogéniques à mouvement alternatif devraient donc être :
- [0012] – une densité la plus élevée possible à l'aspiration,
 - une très bonne isolation thermique avec l'environnement,
 - un volume mort minimal (donc un taux de compression élevé),
 - un montage simple et robuste pour une maintenance rapide et une fiabilité élevée,
 - une bonne gestion des pertes par évaporation afin de limiter leur impact.
- [0013] Le document US7410348 décrit une pompe à deux étages de compression à piston horizontale avec une admission axiale par un clapet anti-retour et une décharge radiale. Cette architecture présente un volume mort conséquent. De plus, les pertes de fuites sont relativement importantes au niveau de deux systèmes de joints à haute pression situés de part et d'autre de la chambre à haute pression.
- [0014] Ceci provoque également un montage et un entretien plus difficiles.
- [0015] Un but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur relevés ci-dessus.
- [0016] A cette fin, l'appareil de compression selon l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce que le piston comporte une portion tubulaire montée autour d'un guide central fixe, une extrémité terminale du guide central formant la paroi fixe délimitant une partie de la seconde chambre de compression, l'appareil comprenant un système d'étanchéité formé entre le guide central et le piston, selon la direction longitudinale de

translation du piston, le système d'admission étant situé à une première extrémité de l'appareil, l'orifice d'évacuation étant situé à une seconde extrémité de l'appareil et le système de transfert est situé entre le système d'admission et l'orifice d'évacuation.

[0017] Par ailleurs, des modes de réalisation de l'invention peuvent comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- [0018] – une extrémité du piston forme une surface mobile de compression du fluide dans la première chambre de compression tandis que la portion tubulaire du piston forme une chemise mobile qui coopère avec l'extrémité terminale du guide central pour former un système à compression du fluide dans la seconde chambre de compression dans lequel l'extrémité terminale du guide central forme un piston fixe,
- en configuration de fonctionnement, la direction longitudinale de translation du piston est verticale ou inclinée, le système d'admission étant situé à une extrémité inférieure de l'appareil, l'orifice d'évacuation étant situé dans une partie de l'appareil située au-dessus du système d'admission et de préférence au-dessus du système de transfert,
- l'intégralité de la seconde chambre de compression est contenue dans la portion tubulaire du piston,
- selon la direction longitudinale, une première extrémité de la seconde chambre de compression est délimitée par une première extrémité du piston tubulaire et une seconde extrémité de la seconde chambre de compression est délimitée par l'extrémité terminale du guide central et le système d'étanchéité formé entre le guide central et le piston, ledit le système d'étanchéité étant situé au niveau ou adjacent à l'extrémité terminale du guide central,
- le système d'étanchéité formé entre le guide central et le piston est situé uniquement au niveau de la seconde extrémité de la seconde chambre de compression et/ou au-delà la seconde chambre de compression de façon opposée à la première extrémité de l'appareil selon la direction longitudinale,
- l'orifice d'évacuation est situé au niveau de l'extrémité terminale du guide central, l'appareil comprenant une conduite d'évacuation du gaz comprimé comprenant une première extrémité reliée à l'orifice d'évacuation et une seconde extrémité située de façon opposée à la première extrémité de l'appareil,
- la première chambre de compression est délimitée par une première cavité fixe, une extrémité du piston et un système d'étanchéité formé entre le piston et une paroi de la première cavité,
- le système d'admission est situé à une extrémité de la première cavité opposée à la seconde extrémité de l'appareil,

- le système d'admission comprend au moins l'un parmi: un ou plusieurs clapets anti-retour, un ou plusieurs orifices ou lumière(s), au moins un clapet à disque plat ou vanne(s) configurés pour assurer l'entrée de fluide à comprimer dans la première chambre de compression lors d'une phase d'admission et empêcher la sortie de fluide en phase de compression,
- une portion de paroi fixe délimitant la première chambre de compression comprend une ou plusieurs lumières ou orifices agencés selon la direction longitudinale pour assurer ou non une communication entre la première chambre de compression et l'extérieur selon la position longitudinale du piston,
- la compression du fluide dans la seconde chambre de compression est provoquée par une course du piston en direction de la seconde extrémité de l'appareil,
- l'appareil est logé dans une enceinte étanche contenant un bain de fluide cryogénique de refroidissement
- l'appareil comporte un circuit d'évacuation de fuite de gaz comprenant une première extrémité communiquant avec l'espace entre le piston et le guide central et une seconde extrémité débouchant au niveau de la seconde extrémité de l'appareil.

[0019] L'invention concerne également une station de remplissage de réservoirs de gaz sous pression comprenant une source de gaz liquéfié, notamment d'hydrogène liquéfié, un circuit de soutirage ayant une première extrémité reliée à la source et au moins une seconde extrémité destinée à être raccordée à un réservoir à remplir, le circuit de soutirage comprenant un appareil de pompage ou un appareil de compression de fluide conforme à l'une quelconque des caractéristiques ci-dessus ou ci-dessous.

[0020] 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.

[0021] D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux figures dans lesquelles :

[0022] [fig.1] représente une vue en coupe longitudinale et verticale, schématique et partielle, illustrant la structure d'un exemple de réalisation d'un appareil de compression selon l'invention,

[0023] [fig.2] représente une vue en coupe longitudinale et verticale, schématique et partielle, illustrant une première configuration d'un cycle de fonctionnement de l'appareil de compression selon l'invention,

[0024] [fig.3] représente une vue en coupe longitudinale et verticale, schématique et partielle, illustrant une seconde configuration d'un cycle de fonctionnement de l'appareil de compression selon l'invention,

- [0025] [fig.4] représente une vue en coupe longitudinale et verticale, schématique et partielle, illustrant une troisième configuration d'un cycle de fonctionnement de l'appareil de compression selon l'invention,
- [0026] [fig.5] représente une vue en coupe longitudinale et verticale, schématique et partielle, illustrant une quatrième configuration d'un cycle de fonctionnement de l'appareil de compression selon l'invention,
- [0027] [fig.6] représente une vue en coupe longitudinale et verticale, schématique et partielle, illustrant une cinquième configuration d'un cycle de fonctionnement de l'appareil de compression selon l'invention,
- [0028] [fig.7] représente une vue en coupe longitudinale et verticale, schématique et partielle, illustrant la structure d'un autre exemple de réalisation d'un appareil de compression selon l'invention,
- [0029] [fig.8] représente une vue en coupe longitudinale et verticale, schématique et partielle, illustrant la structure d'encore un autre exemple de réalisation d'un appareil de compression selon l'invention,
- [0030] [fig.9] représente une vue schématique et partielle, illustrant un exemple de station de remplissage utilisant un tel appareil de compression.
- [0031] L'appareil 1 de compression de fluide représenté à la [fig.1] comprend deux étages de compression en série.
- [0032] L'appareil 1 comprend en particulier une première chambre 3 de compression (à relative basse pression) et une seconde chambre 4 de compression (à relative haute pression).
- [0033] L'appareil 1 comprend un système 2 d'admission communiquant avec la première chambre 3 de compression et qui est configuré pour permettre l'entrée de fluide à comprimer dans ladite première chambre 3 de compression. Le système 2 d'admission peut comprendre par exemple au moins l'un parmi : un ou plusieurs clapets anti-retour, un ou plusieurs orifices ou lumière(s), au moins un clapet à disque plat ou tout autre dispositif ou vanne permettant l'entrée de fluide à comprimer dans la première chambre 3 de compression lors d'une phase d'admission et empêchant la sortie de fluide en phase de compression. En particulier, ce système 2 (clapet(s) et/ou autre) s'ouvre en cas de différentiel de pression déterminé entre ses deux extrémités. De plus, la première chambre 3 peut éventuellement être équipée d'une soupape ou autre élément de sécurité configuré pour limiter la pression au sein de la chambre en dessous d'un seuil de sécurité déterminé.
- [0034] L'appareil 1 comprend également un système 6 de transfert anti-retour communiquant avec la première 3 et la seconde 4 chambre de compression et configuré pour permettre le transfert de fluide de la première chambre 3 de compression vers la seconde 4 chambre de compression (lors et/ou en fin de phase de compression du

fluide dans la première chambre 3 de compression) mais qui reste fermé lors de la phase de compression dans la seconde chambre 4 de compression. Ce système 6 de transfert peut être du même type que celui du système 2 d'admission.

- [0035] L'appareil 1 comprend un piston 5 mobile en translation pour assurer la compression du fluide dans les première 3 et seconde 4 chambres de compression (comme détaillé ci-après).
- [0036] L'appareil 1 comprend en outre un orifice 7 d'évacuation communiquant avec la seconde chambre 4 de compression et configuré pour permettre la sortie de fluide comprimé dans la seconde chambre 4 de compression (pendant ou en fin de phase de compression dans cette chambre). L'orifice 7 d'évacuation peut être pourvu d'un système anti-retour qui peut être du même type que celui du système 2 d'admission (par exemple fermé tant que le différentiel de pression entre la seconde chambre 4 de compression et l'extérieur est inférieur à un seuil déterminé).
- [0037] La seconde 4 chambre de compression est délimitée par une portion du corps du piston 5 et une paroi fixe de l'appareil. Le piston 5 est mobile en translation selon une direction A longitudinale.
- [0038] Comme illustré, le piston 5 comporte une portion tubulaire montée autour d'un guide 8 central fixe. Une extrémité terminale du guide 8 central forme une paroi fixe délimitant une partie de la seconde chambre 4 de compression. L'appareil 1 comprend un système d'étanchéité 10 formé entre le guide 8 central et le piston 5 (segment(s), joint(s) ou autre).
- [0039] Selon la direction A longitudinale de translation du piston 5, le système 2 d'admission est situé à une première extrémité de l'appareil 1, l'orifice 7 d'évacuation étant situé à une seconde extrémité de l'appareil et le système 6 de transfert est situé entre le système 2 d'admission et l'orifice 7 d'évacuation. C'est-à-dire que les orifices de passage 2, 6 et 7 du fluide sont disposés en série dans cet ordre qui correspond à une température croissante du fluide dans l'appareil 1 de compression (froid à l'admission dans la première chambre 3 de compression, plus chaud dans la seconde chambre 4 de compression et encore plus chaud en sortie de cette seconde chambre 4 de compression).
- [0040] Comme illustré, une extrémité du piston 5 forme une surface mobile de compression du fluide dans la première 3 chambre de compression tandis que la portion tubulaire du piston 5 forme une chemise mobile qui coopère avec l'extrémité terminale du guide 8 central pour former un système à compression du fluide dans la seconde 4 chambre de compression (dans ce seconde étage de compression l'extrémité terminale du guide 8 central forme ainsi un piston fixe coopérant avec une chemise mobile).
- [0041] Comme illustré, en configuration de fonctionnement, la direction A longitudinale de translation du piston (5) est de préférence verticale ou inclinée de sorte que le système

2 d'admission étant situé à une extrémité inférieure de l'appareil 1, l'orifice 7 d'évacuation étant situé dans une partie de l'appareil située au-dessus du système 2 d'admission et de préférence au-dessus du système 6 de transfert.

- [0042] Ce mode de réalisation préféré va être décrit plus en détail ci-après. Cependant, bien entendu, en variante l'axe A longitudinal pourrait être horizontal en configuration de fonctionnement ou incliné pour inverser les positions verticales relatives décrites ci-dessus.
- [0043] Ainsi, lorsque la direction A longitudinale de translation du piston 5 est verticale, le système 2 d'admission peut être situé à une extrémité inférieure de l'appareil 1. L'orifice 7 d'évacuation est situé quant à lui dans une partie supérieure de l'appareil 1, c'est-à-dire au-dessus du système 2 d'admission.
- [0044] Cette configuration assure une admission de fluide à comprimer dans la partie inférieure, c'est-à-dire dans la région la plus froide de l'appareil 1. De plus, le refoulement et les éventuelles fuites sont localisées dans la région supérieure de l'appareil. Cette configuration favorise un mélange minimal ou nul entre les deux régions relativement froide et chaude. De plus, les fluides chauds sont déportés dans la partie supérieure qui peut comporter le mécanisme d'actionnement 21 du piston et qui génère de la chaleur.
- [0045] Cet agencement vertical avec course de compression verticale permet une bonne séparation des flux de fluide relativement froid (à l'admission) et chaud (à l'échappement). En particulier, la course de compression dans la seconde chambre 4 de compression est ascendante (traction de la tige du piston 5 vers le haut et vers la partie chaude de l'appareil 1).
- [0046] En particulier, cette course ascendante du piston 5 lors de la compression à haute pression génère un effort de traction sur la tige du piston 5. Ceci est favorable mécaniquement. En effet, la tige n'est pas soumise au flambement lors de cette traction (au contraire d'une compression/ poussée). De plus, cet agencement de compression en traction ne nécessite pas de guider la tige de piston régulièrement sur sa longueur. Ceci permet en outre de réduire la surface de la section de la tige de piston (en évidant la tige ou en réduisant son diamètre par exemple). De plus, ceci permet de réduire la longueur de la tige de piston selon le niveau de pertes thermiques acceptable.
- [0047] Comme schématisé, le piston 5 peut être entraîné par un organe moteur 21 situé en partie supérieure.
- [0048] Comme illustré, la première chambre 3 de compression peut être formée dans une cavité 14 tubulaire ou chambre fixe qui est close à son extrémité inférieure. La première chambre 3 de compression peut être délimitée ainsi en partie inférieure par cette cavité 14 inférieure fixe. Le système 2 d'admission peut être situé à une extrémité inférieure de la cavité 14 inférieure.

- [0049] La première chambre 3 de compression peut être délimitée ainsi en partie supérieure par une extrémité inférieure du piston 5 et un système d'étanchéité 15 (segments ou autre) formé entre le piston 5 et une paroi de la cavité 14 inférieure.
- [0050] De préférence, la partie inférieure du piston 5 a un profil configuré pour favoriser l'échappement du gaz par les lumières ou clapets. Par exemple, comme schématisé à la [fig.4] une ou plusieurs lumières 26 (ou orifices) peuvent être ménagées dans la partie supérieure de la cavité 14 inférieure. Ces lumières 26 permettent, lorsque le piston 5 les découvre (piston 5 au-dessus d'au moins une partie des lumières 26) la communication entre la première chambre 3 de compression et l'extérieur. Ainsi, en phase d'admission (agrandissement de la chambre 3), du gaz éventuellement présent dans la première chambre 3 de compression peut s'échapper par ces lumières 26 et laisser sa place à du liquide du bain environnant. Ceci assure un remplissage totalement liquide à l'admission. De plus, en phase de compression (piston 3 plongeant dans la seconde chambre 3 de compression) ces lumières 26 laissent échapper le surplus de liquide en dosant le volume de liquide qui y sera emprisonné (ce volume est déterminé par la position longitudinale des lumières 26).
- [0051] Ainsi, la portion tubulaire du piston 5 forme une enceinte entourant toute la seconde chambre 4 de compression. Ainsi, la seconde chambre 4 de compression peut être contenue entièrement dans la portion tubulaire du piston 5. Ainsi le piston 5 peut constituer le carter de la seconde chambre 4 de compression. Cette architecture permet de confiner la seconde chambre 4 de compression entièrement dans le piston 5 dont les parois peuvent être thermalisées (c'est-à-dire maintenues en froid) efficacement comme décrit ci-après.
- [0052] L'extrémité inférieure de la seconde chambre 4 de compression peut ainsi être délimitée par une extrémité inférieure du piston 5 tubulaire et l'extrémité supérieure de la seconde chambre 4 de compression peut être délimitée par l'extrémité terminale inférieure du guide 8 central et le système d'étanchéité 10 formé entre le guide 8 central et le piston 5.
- [0053] A noter que ce système d'étanchéité 10 est situé au niveau ou au-dessus de l'extrémité inférieure du guide 8 central, au-dessus de l'extrémité supérieure de la seconde chambre 4 de compression.
- [0054] Cette architecture permet ainsi de prévoir un unique système d'étanchéité dynamique à haute pression à une seule extrémité de la seconde chambre 4 de compression. Ainsi, le système d'étanchéité 10 formé entre le guide 8 central et le piston 5 peut être situé uniquement au niveau de l'extrémité supérieure de la seconde chambre 4 de compression et/ou au-dessus de la seconde chambre 4.
- [0055] Au contraire, dans l'art antérieur mentionné précédemment, deux systèmes d'étanchéités haute pression dynamiques étaient prévus de part et d'autre de la

chambre de compression à haute pression (de part et d'autre selon la direction de la course du piston).

- [0056] Cet agencement réduit fortement les contraintes de fabrication, de maintenance et le risque de fuite par rapport à l'art antérieur.
- [0057] Le système 6 de transfert est situé par exemple sur l'extrémité inférieure de la paroi tubulaire du piston 5 dont l'une des faces délimite l'extrémité supérieure de la première chambre 3 de compression. Comme précédemment, ce système 6 de transfert peut être unique ou multiple et peut avoir toute structure appropriée pour permettre le transfert de fluide de la première chambre 3 vers la seconde chambre 4 (en phase de compression dans la première chambre 3 de compression mais empêchant le transfert de fluide de la seconde chambre 4 vers la première chambre lors de la compression dans la seconde chambre 4).
- [0058] L'orifice 7 d'évacuation peut être situé au niveau de l'extrémité inférieure du guide 8 central (extrémité supérieure fixe de la seconde chambre 4 de compression). L'appareil 1 peut comprendre une conduite 11 d'évacuation du gaz comprimé comprenant une première extrémité inférieure reliée à cet orifice 7 d'évacuation et une seconde extrémité supérieure située en partie supérieure de l'appareil 1 pour collecter le fluide à haute pression comprimé.
- [0059] Comme illustré à la [fig.1], l'appareil de compression peut être logé dans une enceinte 13 étanche isolée thermiquement et contenant un bain 16 de fluide cryogénique de refroidissement. En particulier, la première 3 et la seconde 4 chambres de compression peuvent être immergées dans une phase liquide. La partie supérieure de l'enceinte 16 peut comporter un ciel gazeux qui récupère les éventuelles fuites dans l'appareil 1.
- [0060] Ainsi, la tête froide de l'appareil 1 peut être immergée verticalement dans une bain 16 cryogénique (parfois appelé puisard).
- [0061] La première chambre 3 de compression pourrait être fixée directement au fond du bain 16.
- [0062] La partie mobile (piston 5) dont le mouvement est vertical (vers le haut et vers le bas). Des axes 22, 23 et plateaux 24, 25 de montage peuvent être prévus en dehors des chambres 3, 4 de compression pour le montage et permettre les mouvements de compression par rapport aux parties fixes.
- [0063] Bien entendu la structure du piston 5 est conformée pour permettre dans ce cas le coulisement d'une partie (la partie arrière dans ce cas) du piston 5 dans le plateau 24 (ou autre(s)). Par exemple, la portion inférieure du piston 5 est tubulaire (et forme la seconde chambre 4 de compression) tandis que la partie opposée (supérieure) du piston 5 est conformée pour permettre le coulisement par rapport au plateau 24.
- [0064] Par exemple, la partie supérieure du piston 5 comporte une ou des ouvertures

permettant le passage du plateau 24). Le piston 5 peut être réalisé en une ou plusieurs pièces assemblées/solidarisées.

- [0065] Un exemple de cycle de compression va à présent être décrit à liaison aux [fig.2] à [Fig. 6].
- [0066] A la [fig.2] le piston 5 est en position extrême basse (première chambre 3 de compression vide et fluide à une pression par exemple comprise entre 2 et 20 bar dans la seconde chambre 4 de compression). Du fluide froid à basse pression (par exemple de 1 à 10 bar) situé au fond de l'enceinte 13 peut être admis dans la première chambre 3 de compression via le système 2 d'admission lors de la remontée du piston 5 (et le fluide est pressurisé dans la seconde chambre 4 de compression).
- [0067] A mesure que le piston est remonté ([fig.3]), davantage de fluide remplit la première chambre 3 de compression. Le fluide dans la seconde chambre 4 de compression est comprimé. La première chambre 3 de compression est remplie. Lorsque la pression dans la seconde chambre 4 de compression devient supérieure à la pression déterminée en aval (par exemple 100 à 1000 bars, selon l'application), le système 7 d'évacuation s'ouvre, vidant les fluides à haute pression vers le haut via la conduite 11 d'évacuation.
- [0068] En position extrême haute ([fig.4]), la seconde chambre 4 de compression est vidée et la première chambre 3 de compression est pleine.
- [0069] Après le point mort haut ([fig.5]), lors de la descente du piston 5 comme la pression de la seconde chambre 4 du cycle précédent diminue en dessous de la pression dans la première chambre 3 de compression, le fluide se déplace de la première chambre 3 de compression vers la seconde chambre 4 de compression via le système 6 de transfert ([Fig. 5]). Lorsque la pression s'équilibre après le point mort bas, la seconde chambre 4 de compression est isolée
- [0070] L'appareil revient à la configuration de départ et peut recommencer un cycle ([fig.6]).
- [0071] Cette architecture avec une course de compression et la séparation des parties froides (en bas) et chaudes (en haut) permet un meilleur fonctionnement de la compression. La relative grande distance entre l'admission (de préférence en bas) et l'évacuation (de préférence en haut) favorise cet avantage.
- [0072] En effet, l'admission de fluide est réalisée au niveau où le fluide est le plus froid et le plus dense tandis que les fluides plus chauds sont déportés vers le haut. Ceci minimise les risques de mélange et d'ébullition du bain 16. Les fluides chauds (fuites) peuvent être collectés directement en partie haute sans nécessité de tuyauterie dédiée.
- [0073] L'ensemble peut être logé dans un carter.
- [0074] La [fig.7] illustre une variante où un circuit 12 d'évacuation de fuite de gaz facultatif est prévu. Par exemple le circuit 12 comprend une conduite ayant une première extrémité communiquant avec l'espace entre le piston 5 et le guide 8 central (au-dessus

du système 10 d'étanchéité et éventuellement en dessous d'une étanchéité supérieure supplémentaire) et une seconde extrémité débouchant en partie supérieure de l'appareil 1.

- [0075] Dans la variante de la [fig.8], la géométrie de l'extrémité inférieure du piston 5 peut être adaptée pour modifier le rapport des volumes des deux chambres 3, 4 de compression, par exemple pour augmenter la taille de la première chambre 3 de compression par rapport à la seconde chambre 4 de compression.
- [0076] Un appareil 1 de compression de ce type (ou plusieurs en série ou en parallèle) peut être utilisé dans toute installation cryogénique nécessitant de pomper ou comprimer un fluide cryogénique.
- [0077] Par exemple, une station de remplissage de réservoirs de gaz sous pression (hydrogène par exemple) peut comprendre une source 17 de gaz liquéfié, un circuit 18 de soutirage ayant une première extrémité reliée à la source et au moins une seconde extrémité destinée à être raccordée à un réservoir 19 à remplir, le circuit 18 de soutirage comprenant un tel appareil 1 de pompage. Le fluide pompé peut être vaporisé dans un échangeur 19 en aval et éventuellement stocké dans un ou plusieurs réservoirs 20 tampon sous pression.

Revendications

- [Revendication 1] Appareil (1) de compression de fluide à plusieurs étages de compression comprenant une première chambre (3) de compression, une seconde chambre (4) de compression, un système (2) d'admission communiquant avec la première chambre (3) de compression configuré pour permettre l'entrée de fluide à comprimer dans ladite première chambre (3) de compression, un système (6) de transfert communiquant avec la première (3) et la seconde (4) chambre de compression et configuré pour permettre le transfert de fluide de la première chambre (3) de compression vers la seconde (4) chambre de compression, un piston (5) mobile pour assurer la compression du fluide dans les première (3) et seconde (4) chambres de compression, l'appareil (1) comprenant en outre un orifice (7) d'évacuation communiquant avec la seconde chambre (4) de compression et configuré pour permettre la sortie de fluide comprimé, la seconde (4) chambre de compression étant délimitée par une portion du corps du piston (5) et une paroi fixe de l'appareil, le piston (5) étant mobile en translation selon une direction (A) longitudinale, caractérisé en ce que le piston (5) comporte une portion tubulaire montée autour d'un guide (8) central fixe, une extrémité terminale du guide (8) central formant la paroi fixe délimitant une partie de la seconde chambre (4) de compression, l'appareil (1) comprenant un système d'étanchéité (10) formé entre le guide (8) central et le piston (5) et en ce que, selon la direction (A) longitudinale de translation du piston (5), le système (2) d'admission est situé à une première extrémité de l'appareil (1), l'orifice (7) d'évacuation étant situé à une seconde extrémité de l'appareil et le système (6) de transfert est situé entre le système (2) d'admission et l'orifice (7) d'évacuation.
- [Revendication 2] Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une extrémité du piston (5) forme une surface mobile de compression du fluide dans la première (3) chambre de compression tandis que la portion tubulaire du piston (5) forme une chemise mobile qui coopère avec l'extrémité terminale du guide (8) central pour former un système à compression du fluide dans la seconde (4) chambre de compression dans lequel l'extrémité terminale du guide (8) central forme un piston fixe.
- [Revendication 3] Appareil selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, en configuration de fonctionnement, la direction (A) longitudinale de translation du piston (5) est verticale ou inclinée, le système (2) d'admission étant

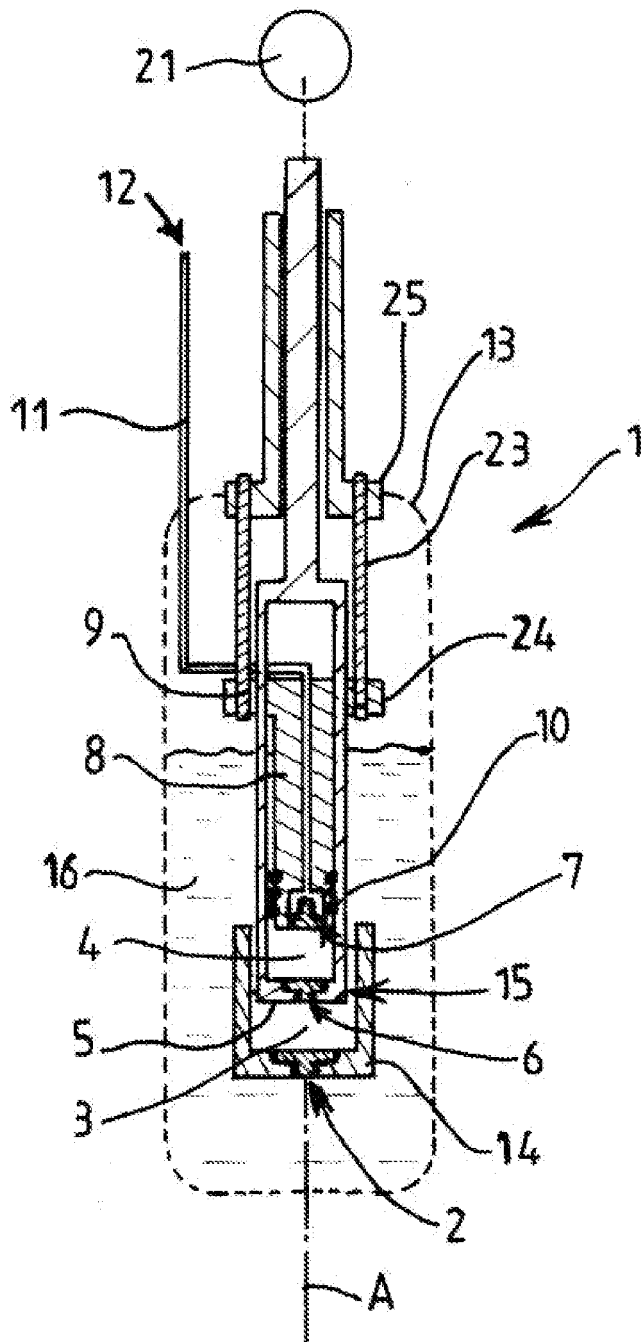
situé à une extrémité inférieure de l'appareil (1), l'orifice (7) d'évacuation étant situé dans une partie de l'appareil située au-dessus du système (2) d'admission et de préférence au-dessus du système (6) de transfert.

- [Revendication 4] Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'intégralité de la seconde chambre (4) de compression est contenue dans la portion tubulaire du piston (5).
- [Revendication 5] Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, selon la direction (A) longitudinale, une première extrémité de la seconde chambre (4) de compression est délimitée par une première extrémité du piston (5) tubulaire et une seconde extrémité de la seconde chambre (4) de compression est délimitée par l'extrémité terminale du guide (8) central et le système d'étanchéité (10) formé entre le guide (8) central et le piston (5), ledit le système d'étanchéité (10) étant situé au niveau ou adjacent à l'extrémité terminale du guide (8) central.
- [Revendication 6] Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le système d'étanchéité (10) formé entre le guide (8) central et le piston (5) est situé uniquement au niveau de la seconde extrémité de la seconde chambre (4) de compression et/ou au-delà la seconde chambre (4) de compression de façon opposée à la première extrémité de l'appareil (1) selon la direction (A) longitudinale.
- [Revendication 7] Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'orifice (7) d'évacuation est situé au niveau de l'extrémité terminale du guide (8) central, l'appareil (1) comprenant une conduite (11) d'évacuation du gaz comprimé comprenant une première extrémité reliée à l'orifice (7) d'évacuation et une seconde extrémité située de façon opposée à la première extrémité de l'appareil (1).
- [Revendication 8] Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la première chambre (3) de compression est délimitée par une première cavité (14) fixe, une extrémité du piston (5) et un système d'étanchéité (15) formé entre le piston (5) et une paroi de la première cavité (14).
- [Revendication 9] Appareil selon la revendication 8, caractérisé en ce que le système (2) d'admission est situé à une extrémité de la première cavité (14) opposée à la seconde extrémité de l'appareil (1).
- [Revendication 10] Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le système (2) d'admission comprend au moins l'un parmi: un ou plusieurs clapets anti-retour, un ou plusieurs orifices ou lumière(s) (26),

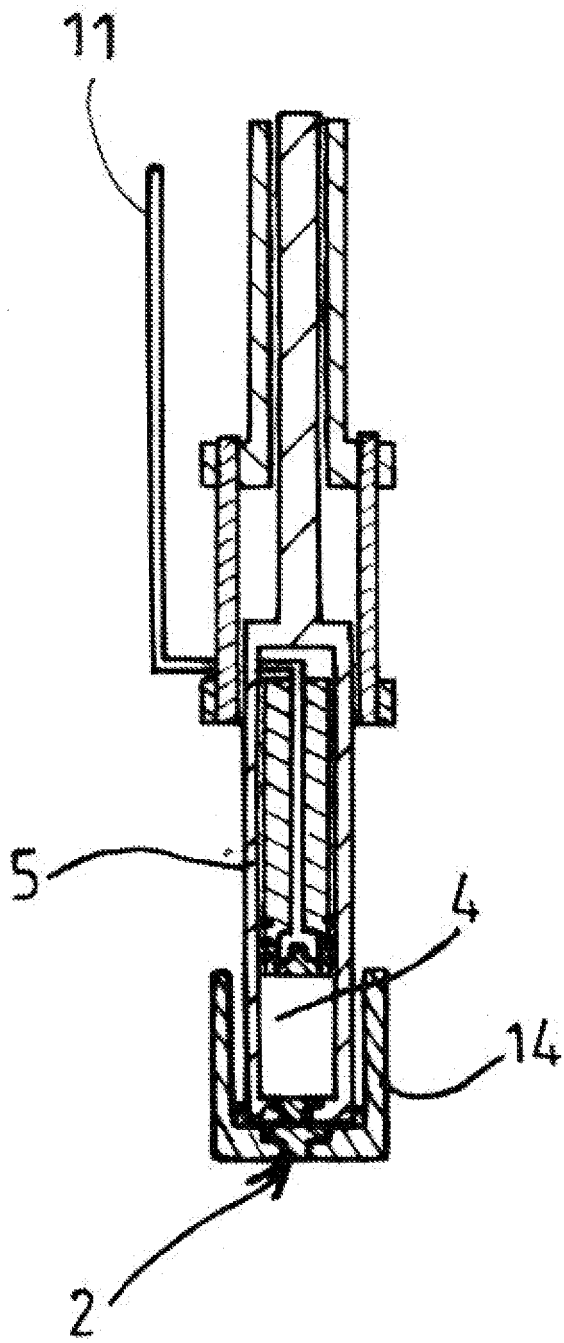
au moins un clapet à disque plat ou vanne(s) configurés pour assurer l'entrée de fluide à comprimer dans la première chambre (3) de compression lors d'une phase d'admission et empêcher la sortie de fluide en phase de compression.

- [Revendication 11] Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'une portion de paroi fixe délimitant la première chambre (3) de compression comprend une ou plusieurs lumières (26) ou orifices agencés selon la direction longitudinale pour assurer ou non une communication entre la première chambre (3) de compression et l'extérieur selon la position longitudinale du piston (5).
- [Revendication 12] Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la compression du fluide dans la seconde chambre (4) de compression est provoquée par une course du piston (5) en direction de la seconde extrémité de l'appareil (1).
- [Revendication 13] Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il est logé dans une enceinte (13) étanche contenant un bain (16) de fluide cryogénique de refroidissement.
- [Revendication 14] Station de remplissage de réservoirs de gaz sous pression comprenant une source (17) de gaz liquéfié, notamment d'hydrogène liquéfié, un circuit (18) de soutirage ayant une première extrémité reliée à la source et au moins une seconde extrémité destinée à être raccordée à un réservoir (19) à remplir, le circuit (18) de soutirage comprenant un appareil (1) de pompage ou un appareil (1) de compression de fluide conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 13.

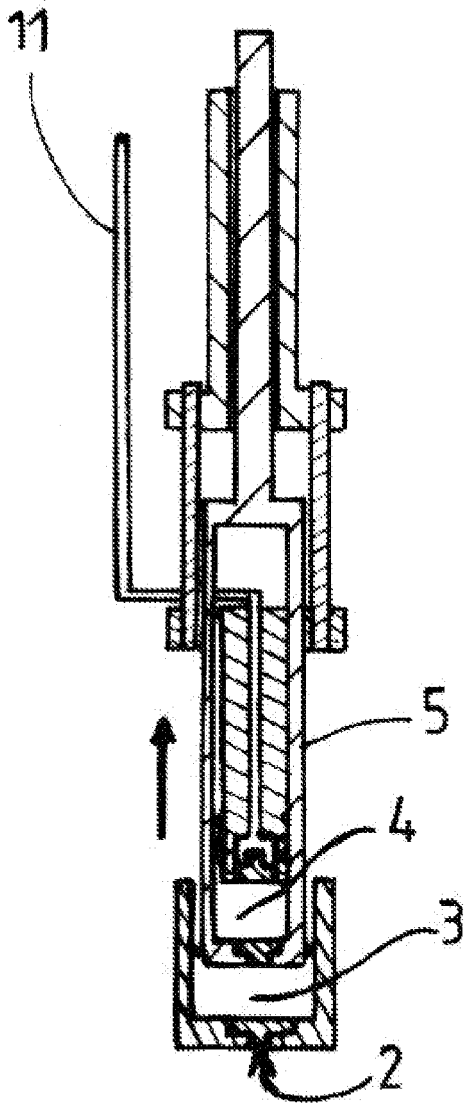
[Fig. 1]



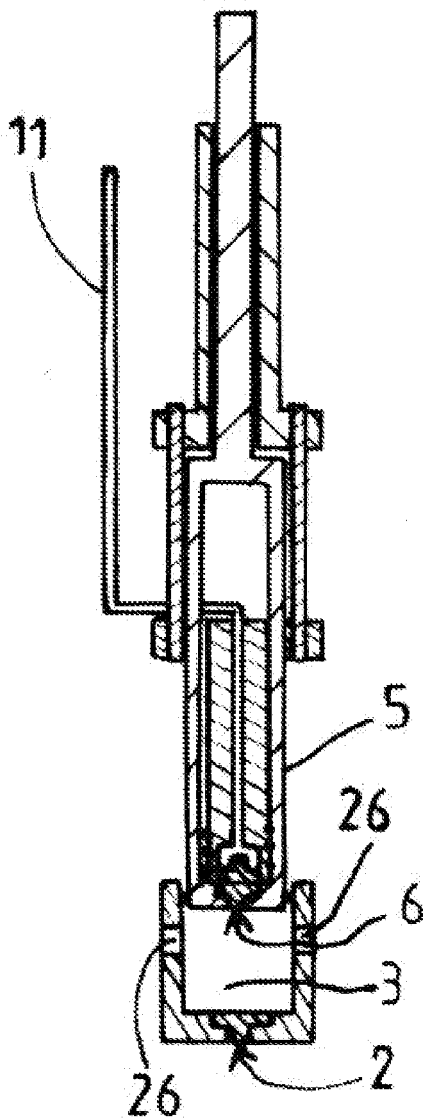
[Fig. 2]



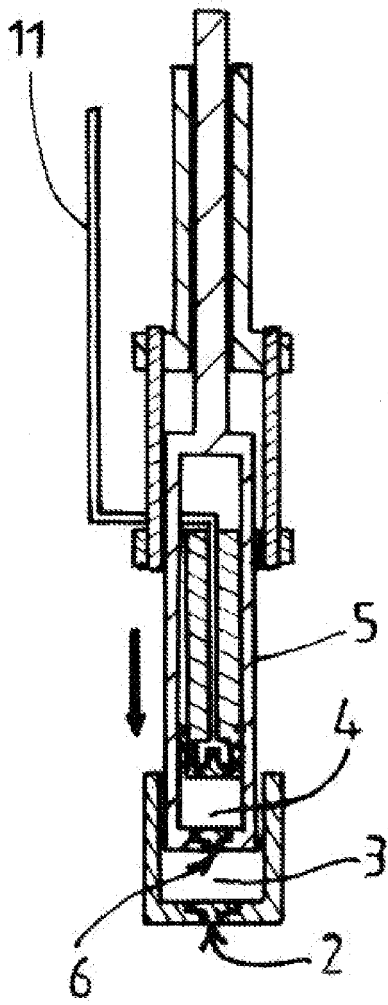
[Fig. 3]



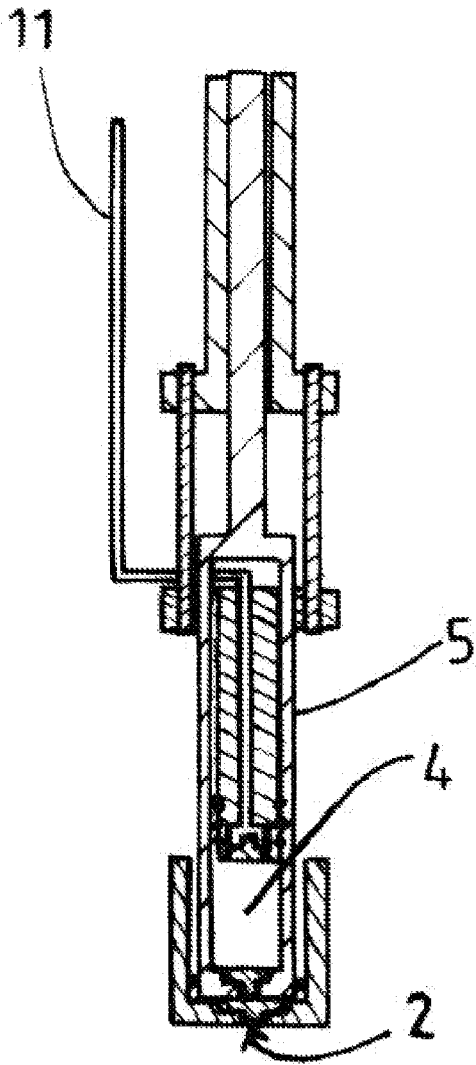
[Fig. 4]



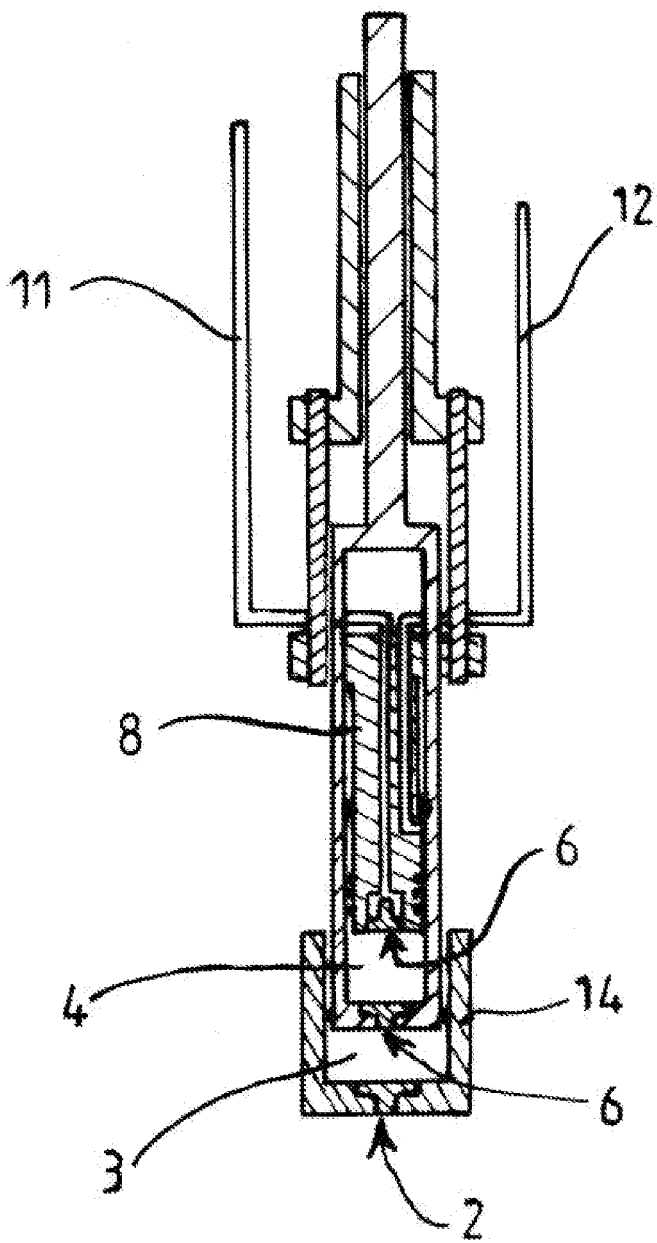
[Fig. 5]



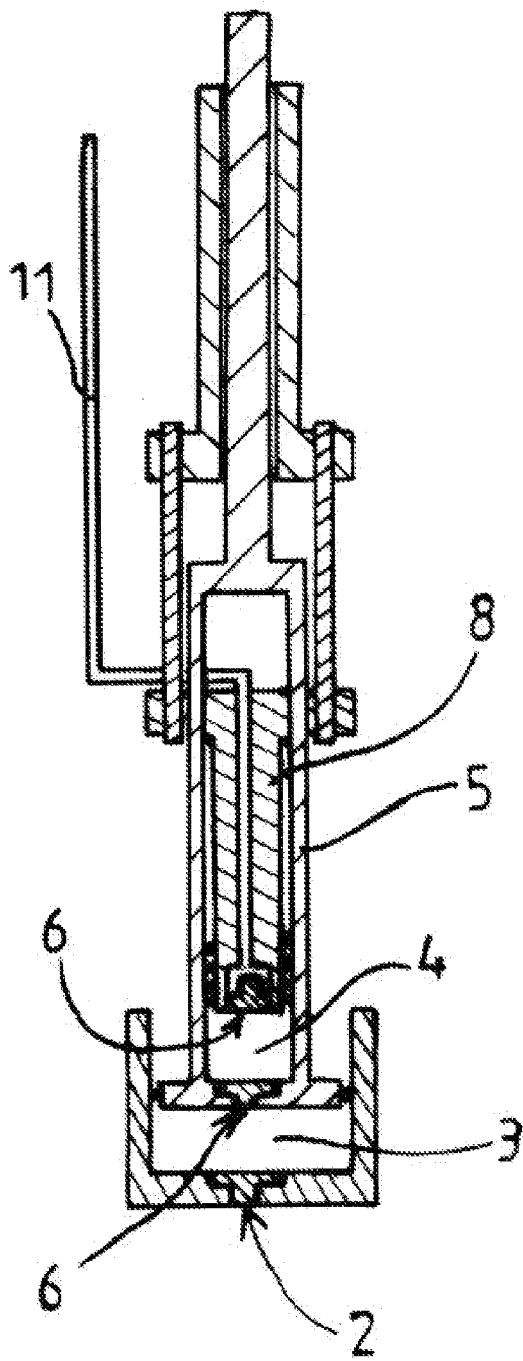
[Fig. 6]



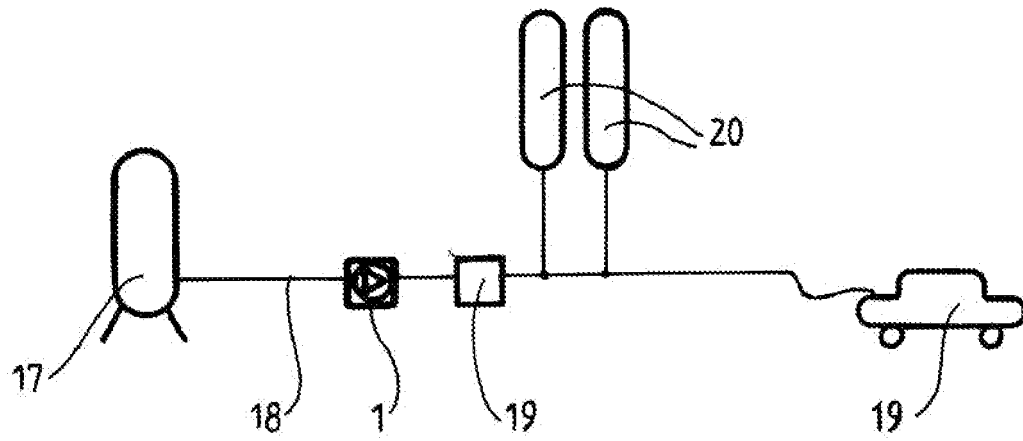
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement
 national

 FA 877264
 FR 2001724

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	FR 2 406 736 A1 (SOCSIL SA [CH]) 18 mai 1979 (1979-05-18) * figures 1-3 * * page 1, ligne 32 - page 5, ligne 3 * -----	1-14	F04B37/08 F04B15/08 F17C5/02
X A	US 2 880 927 A (PLOGERT ANATOL T) 7 avril 1959 (1959-04-07) * figure 1 * * colonne 1, ligne 56 - colonne 4, ligne 58 * -----	1-12 13,14	
A	US 3 136 136 A (GOTTSMANN CHRISTIAN F) 9 juin 1964 (1964-06-09) * figure 1 * * colonne 2, ligne 56 - colonne 7, ligne 5 * -----	1-14	
A	US 4 369 633 A (SNYDER DAVID A [US]) 25 janvier 1983 (1983-01-25) * figures 1-3 * * colonne 3, ligne 35 - colonne 6, ligne 26 * -----	1-14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A,D	US 7 410 348 B2 (AIR PROD & CHEM [US]) 12 août 2008 (2008-08-12) * figures 1-8 * * colonne 3, ligne 52 - colonne 8, ligne 65 * -----	1-14	F04B
A	US 5 511 955 A (BROWN BRUCE G [US] ET AL) 30 avril 1996 (1996-04-30) * figures 1-3 * * colonne 2, ligne 47 - colonne 5, ligne 58 * -----	1-14	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 mai 2020		Ricci, Saverio	
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	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
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 2001724 FA 877264**

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 **06-05-2020**

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
FR 2406736	A1	18-05-1979	CH 615982 A5	29-02-1980
			DE 2844719 A1	26-04-1979
			FR 2406736 A1	18-05-1979
			GB 2006324 A	02-05-1979
			IT 1098472 B	07-09-1985
			JP S5464707 A	24-05-1979
			US 4239460 A	16-12-1980

US 2880927	A	07-04-1959	AUCUN	

US 3136136	A	09-06-1964	AUCUN	

US 4369633	A	25-01-1983	AUCUN	

US 7410348	B2	12-08-2008	AUCUN	

US 5511955	A	30-04-1996	AT 180314 T	15-06-1999
			DE 69602468 D1	24-06-1999
			DE 69602468 T2	13-01-2000
			EP 0726393 A1	14-08-1996
			JP H08261143 A	08-10-1996
			US 5511955 A	30-04-1996
