

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
25 avril 2024 (25.04.2024)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/084147 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F17C 9/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2023/051508

(22) Date de dépôt international :

29 septembre 2023 (29.09.2023)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2210837 20 octobre 2022 (20.10.2022) FR
FR2304096 24 avril 2023 (24.04.2023) FR

(71) Déposant : **GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ**
[FR/FR] ; 1 Route de Versailles, 78470 SAINT REMY LES
CHEVREUSE (FR).

(72) Inventeurs : **AOUN, Bernard** ; C/O Gaztransport et Technigaz, 1 Route de Versailles, 78470 SAINT REMY LES
CHEVREUSE (FR). **BORISEVICH, Pavel** ; C/O Gaztransport et Technigaz, 1 Route de Versailles, 78470 SAINT

REMY LES CHEVREUSE (FR). **TRABOULSI, Majd** ; C/O Gaztransport et Technigaz, 1 Route de Versailles, 78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR).

(74) Mandataire : **EX MATERIA** ; 2 Rue Hélène Boucher, 78280 GUYANCOURT (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ,

(54) Title: SYSTEM FOR MANAGING A GAS CONTAINED IN A TANK

(54) Titre : SYSTÈME DE GESTION D'UN GAZ CONTENU DANS UNE CUVE

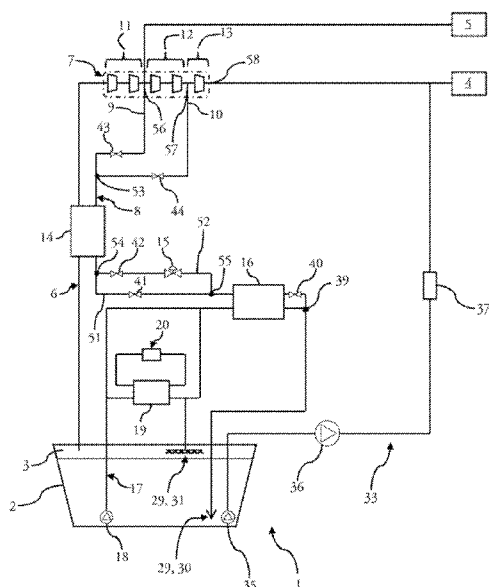


FIGURE 1

(57) Abstract: The present invention relates to a management system (1) comprising: at least one supply circuit (6) comprising a compression device (7) including a first compression stage (11), a second compression stage (12) and a third compression stage (13), at least one heat treatment circuit (8), at least one first heat exchanger (14), at least one cooling circuit (17), and at least one second heat exchanger (16), characterised in that the heat treatment circuit (8) comprises a first portion (51) configured to circulate gas compressed by the first compression stage (11) and a second portion (52) configured to circulate gas compressed by the second compression stage (12), the second portion (52) being provided with an expansion member (15).

(57) Abrégé : Système de gestion d'un gaz contenu dans une cuve La présente invention concerne un système de gestion (1) comprenant : au moins un circuit d'alimentation (6) comprenant un dispositif de compression (7) comportant un premier étage de compression (11), un deuxième étage de compression (12) et un troisième étage de compression (13), au moins un circuit de traitement thermique (8), au moins un premier échangeur de chaleur (14), au moins un circuit de refroidissement (17), au moins un deuxième échangeur de chaleur (16), caractérisé en ce que le circuit de traitement thermique (8) comprend une première portion (51) configurée pour faire circuler du gaz comprimé par le premier étage de compression (11) et une deuxième portion (52) configurée pour faire circuler du gaz comprimé par le deuxième étage de compression (12), la deuxième portion (52) étant pourvue d'un organe de détente (15).

TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

DESCRIPTION

Titre de l'invention : Système de gestion d'un gaz contenu dans une cuve

La présente invention se rapporte au domaine des ouvrages flottants de stockage et/ou de transport de gaz à l'état liquide et concerne plus particulièrement un système de gestion
5 d'un gaz stocké et/ou transporté au sein de tels ouvrages.

Au cours d'un trajet effectué par un ouvrage flottant comprenant une cuve de gaz à l'état liquide destiné à être consommé et/ou à être livré à un point de destination, ledit ouvrage flottant peut utiliser le gaz s'étant évaporé au sein de la cuve, puis comprimer
10 celui-ci afin d'alimenter le ou les moteurs de l'ouvrage flottant.

Il est également connu, en cas d'excès de gaz évaporé au sein de la cuve, de reliquéfier le gaz n'ayant pas servi à alimenter le ou les moteurs de l'ouvrage flottant en le faisant circuler à travers un ou plusieurs échangeurs de chaleur, puis en le renvoyant dans la cuve.

Lors d'un trajet d'un point de départ vers un point de destination effectué par l'ouvrage flottant, il arrive que ce dernier ne présente pas les mêmes besoins en termes d'alimentation des consommateurs en gaz à l'état vapeur, par exemple en fonction de la durée du trajet, ou en fonction d'une quantité de gaz à l'état vapeur susceptible de se former au sein de la cuve. Ces données influent par ailleurs sur la capacité de
15 reliquéfaction du gaz à l'état vapeur par le système de gestion.
20

Il est donc connu de reliquéfier ce gaz pour éviter que celui-ci devienne une perte. Il est notamment connu de reliquéfier une part de gaz comprimé qui n'a pas été consommé sur l'ouvrage flottant.

Un premier inconvénient de ces technologies connues réside dans le fait qu'elles ne sont pas optimisé d'un point vue consommation globale du système. Par exemple, des
25 moyens surdimensionnés dans une majorité des cas d'utilisation sont mis en œuvre, ce qui provoque une surconsommation. Dans un tel cas, le refroidissement de la cargaison de gaz à l'état liquide est excessif et entraîne ainsi une surconsommation d'énergie.

La présente invention permet une gestion optimale du gaz en proposant un système de gestion d'un gaz contenu dans au moins une cuve d'un ouvrage flottant qui comporte au moins un appareil consommateur de gaz, le système de gestion comprenant :

- 5 - au moins un circuit d'alimentation en gaz de l'appareil consommateur de gaz, le circuit d'alimentation comprenant au moins un dispositif de compression comportant au moins un premier étage de compression, un deuxième étage de compression et un troisième étage de compression et configuré pour comprimer du gaz prélevé à l'état vapeur dans la cuve, le dispositif de compression délivrant le gaz à l'état vapeur à trois niveaux de
10 pression différents,
- au moins un circuit de traitement thermique du gaz à l'état vapeur comprimé par au moins l'un des étages de compression du dispositif de compression,
- 15 - au moins un premier échangeur de chaleur configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit d'alimentation entre la cuve et le dispositif de compression et le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique,
- au moins un circuit de refroidissement comprenant au moins une pompe configurée pour prélever le gaz à l'état liquide dans la cuve,
- 20 - au moins un deuxième échangeur de chaleur configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique en aval du premier échangeur de chaleur et le gaz circulant dans le circuit de refroidissement,

25 caractérisé en ce que le circuit de traitement thermique comprend au moins une première portion configurée pour faire circuler du gaz comprimé par le premier étage de compression du dispositif de compression et une deuxième portion configurée pour faire circuler du gaz comprimé par le deuxième étage de compression du dispositif de compression, le deuxième étage de compression étant disposé en aval du premier étage

de compression, la première portion et la deuxième portion s'étendant au moins partiellement entre le dispositif de compression et le deuxième échangeur de chaleur, la deuxième portion étant pourvue d'un organe de détente.

Grâce au système de gestion selon l'invention, le gaz à l'état vapeur, notamment le gaz à l'état vapeur destiné à être reliquéfié, peut être comprimé à différents niveaux de pression, chacun de ces niveaux de pression étant adaptés à différentes situations dans lequel se trouve l'ouvrage flottant. A partir de ces différents niveaux de pression, le gaz à l'état vapeur est traité différemment en circulant dans le circuit de traitement thermique, notamment au niveau des échanges de chaleur se produisant au sein des échangeurs de chaleur et de la potentielle détente du gaz à l'état vapeur. L'invention permet ainsi d'exploiter des ressources en froid disponibles sans pour autant sur-consommer pour reliquéfier le gaz à l'état vapeur.

Le circuit d'alimentation permet de prélever le gaz à l'état vapeur qui s'accumule au niveau d'un ciel de cuve. Ce gaz à l'état vapeur provient de l'évaporation d'une partie de la cargaison de gaz à l'état liquide contenu dans la cuve. Le gaz à l'état vapeur peut donc être consommé ou reliquéfié, mais doit d'une manière générale être évacué afin de réguler la pression dans la cuve.

Le dispositif de compression assure donc l'aspiration du gaz à l'état vapeur hors de la cuve et comprime celui-ci. Le dispositif de compression peut par exemple être une pluralité de compresseurs disposés en série les uns par rapport à autres, ou un unique compresseur avec des étages de compression multiples.

La première portion est ainsi associée au premier niveau de pression, c'est-à-dire lorsque le gaz comprimé sort du dispositif de compression entre le premier étage de compression et le deuxième étage de compression.

La deuxième portion est associée au deuxième niveau de pression, c'est-à-dire lorsque le gaz comprimé sort du dispositif de compression entre le deuxième étage de compression et le troisième étage de compression.

Le gaz comprimé par le troisième étage de compression est ainsi comprimé par la totalité du dispositif de compression. Le gaz à l'état vapeur peut alors atteindre une pression comprise entre 250 et 400 bars. Le gaz à l'état vapeur comprimé par le deuxième étage de compression atteint une pression inférieure à la pression délivrée par le troisième étage de compression, par exemple entre 120 et 150 bars, et le gaz à l'état vapeur comprimé par le premier étage de compression atteint une pression inférieure à la pression délivrée par le deuxième étage de compression, par exemple entre 7 et 20 bars.

La pression du gaz à l'état vapeur est notamment importante pour alimenter l'appareil consommateur de gaz car ce dernier ne peut consommer le gaz à l'état vapeur que si celui-ci est à une pression compatible.

Si le gaz à l'état vapeur n'est pas compatible avec l'appareil consommateur de gaz ou si l'appareil consommateur de gaz ne nécessite pas d'être alimenté, le gaz à l'état vapeur circule alors dans le circuit de traitement thermique. Si l'appareil consommateur de gaz n'a besoin que d'une fraction du gaz à l'état vapeur pour sa propre consommation, le reste du gaz à l'état vapeur circule alors également dans le circuit de traitement thermique. L'une des fonctions de ce circuit de traitement thermique est de participer à la reliquéfaction du gaz à l'état vapeur comprimé.

Le premier échangeur de chaleur permet de pré-refroidir le gaz à l'état vapeur comprimé d'une part et de réchauffer le gaz à l'état vapeur en sortie de cuve d'autre part. Le pré-refroidissement du gaz comprimé facilite son traitement thermique par la suite, notamment sa reliquéfaction. Le premier échangeur de chaleur permet ainsi d'améliorer le rendement global du système de gestion car la basse température du gaz à l'état vapeur en sortie de la cuve participe de manière indirecte à la reliquéfaction de gaz à l'état vapeur comprimé et ce via l'échange de chaleur se déroulant dans le premier échangeur de chaleur.

Le circuit de refroidissement peut présenter plusieurs fonctions comme la participation à la reliquéfaction du gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique, ou encore à la gestion de la pression de la cuve. Pour ce faire, le gaz à l'état liquide de la

cuve est prélevé par la pompe et circule au sein du circuit de refroidissement, cette pompe pouvant par exemple être immergée au fond de la cuve.

En circulant dans le circuit de refroidissement, le gaz à l'état liquide peut traverser le deuxième échangeur de chaleur, qui est également traversé par le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique. Cet échange de chaleur permet ainsi de reliquéfier le gaz à l'état vapeur sans conduire à l'évaporation du gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de refroidissement. Une fois le gaz à l'état vapeur reliquéfié, ce dernier peut retourner au sein de la cuve, tout comme le gaz à l'état liquide utilisé pour la reliquéfaction en circulant au sein du circuit de refroidissement.

L'avantage du système de traitement thermique selon l'invention est la présence de deux portions au sein desquelles circulent le gaz à l'état vapeur à des pressions différentes. Ainsi, en fonction par exemple de la durée du trajet effectué par l'ouvrage flottant et/ou en fonction de la quantité de gaz à l'état vapeur généré dans le ciel de cuve, il peut être plus judicieux de comprimer le gaz à l'état vapeur jusqu'au premier niveau de compression ou jusqu'au deuxième niveau de compression, le système de gestion permettant un tel choix afin d'opérer une reliquéfaction du gaz à l'état vapeur la moins consommatrice d'énergie.

Du fait de la pression du gaz à l'état vapeur y circulant, la deuxième portion est apte à assurer la détente du gaz à l'aide de l'organe de détente. Une mise sous pression par le deuxième étage de compression puis une détente par la suite favorise la reliquéfaction du gaz non consommé, par exemple lorsque la durée du trajet est importante et/ou que la quantité de gaz à l'état vapeur générée dans le ciel de cuve est élevée. Si le trajet est court, par exemple inférieur à deux jours, et/ou que la quantité de gaz à l'état vapeur générée dans le ciel de cuve est faible, alors il est préférable d'élever la pression du gaz à l'état vapeur seulement via le premier étage de compression et de le faire circuler au sein de la première portion.

Selon une caractéristique de l'invention, le deuxième échangeur de chaleur est relié à la cuve par une branche de retour comprenant une terminaison débouchant dans la cuve et un orifice disposé sur une portion de la branche de retour présente dans la cuve. De

préférence, l'orifice est disposé à l'extrémité de la branche de retour présente dans la cuve. Cela permet ainsi au gaz liquéfié en sortie du deuxième échangeur de chaleur de retourner dans la cuve.

5 Selon une caractéristique de l'invention, l'orifice est un orifice calibré. Grâce à cet orifice calibré, on peut finir la détente du gaz liquéfié dans la branche de retour au niveau de la cuve et ainsi réduire voire supprimer la vaporisation d'une fraction du gaz liquéfié lors de sa détente.

10 Selon une caractéristique de l'invention, la première portion du circuit de traitement thermique est dépourvue d'organe de détente. Le gaz à l'état vapeur qui circule dans la première portion est détendu par les pertes de charge de cette première portion, mais le système ne comprend pas d'organe actif qui génère une détente au sein de la première portion.

15 Selon une caractéristique de l'invention, la première portion comprend une première vanne et la deuxième portion comprend une deuxième vanne, la première vanne et la deuxième vanne étant configurées pour contrôler la circulation du gaz au sein desdites portions. En fonction de la portion au sein de laquelle il est souhaitable de faire circuler le gaz comprimé, un tel choix étant relatif à la pression souhaité dans le circuit de traitement thermique du gaz à l'état vapeur, la première vanne et la deuxième vanne sont aptes à être ouvertes ou fermées.

20 Selon une caractéristique de l'invention, le circuit de traitement thermique comprend un point de divergence à partir duquel débudent la première portion et la deuxième portion, le point de divergence étant disposé entre le premier échangeur de chaleur et le deuxième échangeur de chaleur. Il s'agit d'un premier mode de réalisation du circuit de traitement thermique. Peu importe à quelle pression le gaz à l'état vapeur est élevé, celui-ci traverse
25 au moins le premier échangeur de chaleur en circulant au sein d'une unique portion du circuit de traitement thermique. C'est seulement en aval du premier échangeur de chaleur que le gaz à l'état vapeur circule dans la première portion ou dans la deuxième portion.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la première portion et la deuxième portion débutent respectivement au premier étage de compression et au deuxième étage de compression du dispositif de compression. Il s'agit donc d'un deuxième mode de réalisation du circuit de traitement thermique. Chaque portion est directement rattachée
5 au dispositif de compression, au niveau de l'étage de compression qui lui est propre.

Selon une caractéristique de l'invention, la première portion et la deuxième portion se rejoignent en un point de convergence. Quel que soit le mode de réalisation du circuit de traitement thermique, les deux portions s'étendent en parallèle l'une par rapport à l'autre jusqu'au point de convergence. Plusieurs emplacements peuvent être choisis au
10 sein du circuit de traitement thermique pour ledit point de convergence.

Selon une caractéristique de l'invention, le point de convergence est disposé entre le premier échangeur de chaleur et le deuxième échangeur de chaleur. Autrement dit, dans cette configuration, c'est une unique portion du circuit de traitement thermique qui traverse le deuxième échangeur de chaleur. Selon un aspect, si le circuit de traitement
15 thermique est pourvu d'un point de divergence, alors le point de convergence est disposé entre le point de divergence et le deuxième échangeur de chaleur.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le point de convergence est disposé en aval du deuxième échangeur de chaleur. Dans ce mode de réalisation du circuit de traitement thermique, la première portion et la deuxième portion traversent donc le
20 deuxième échangeur de chaleur avant de se rejoindre en aval de celui-ci.

Selon une caractéristique de l'invention, le circuit de traitement thermique comprend au moins une première branche raccordée au premier étage de compression du dispositif de compression et une deuxième branche raccordée au deuxième étage de compression du dispositif de compression, la première branche et la deuxième branche se rejoignant en
25 un point de jonction du circuit de traitement thermique disposé entre le dispositif de compression et le point de divergence. Une telle configuration est spécifique au premier mode de réalisation, où la première portion et la deuxième portion ne sont pas directement raccordées au dispositif de compression. Lorsque la première portion et la deuxième portion ne sont pas directement raccordées au dispositif de compression, ce

sont la première branche et la deuxième branche qui mettent en œuvre cette fonction.

Le point de jonction est quant à lui situé sur le circuit de traitement thermique, en aval du dispositif de compression et en amont du point de divergence. Autrement dit, le circuit de traitement thermique débute à partir de la première branche et de la deuxième
5 branche qui se rejoignent au niveau du point de jonction. Puis, le circuit de traitement thermique se sépare au niveau du point de divergence et forme la première portion et la deuxième portion qui s'étendent jusqu'au point de convergence.

Selon une caractéristique de l'invention, la première branche comprend une première valve et la deuxième branche comprend une deuxième valve, la première valve et la
10 deuxième valve étant configurées pour contrôler la circulation du gaz au sein desdites branches. Tout comme la première vanne et la deuxième vanne disposées respectivement sur la première portion et la deuxième portion, la première valve et la deuxième valve sont disposées sur la première branche et la deuxième branche et assurent la gestion de la circulation du gaz au sein de celles-ci.

Selon une caractéristique de l'invention, la première portion et la deuxième portion du circuit de traitement thermique comprennent chacune une passe du premier échangeur de chaleur et/ou du deuxième échangeur de chaleur. En fonction du positionnement du point de convergence, et éventuellement de celui du point de divergence et du point de
15 jonction, la première portion et la deuxième portion peuvent toutes deux traverser le premier échangeur de chaleur et/ou le deuxième échangeur de chaleur. Ces derniers peuvent donc être des échangeurs de chaleur à deux passes ou trois passes, à raison d'une passe par portion et d'une passe formant une partie du circuit d'alimentation pour le premier échangeur de chaleur, et d'une passe formant une partie du circuit de
20 refroidissement pour le deuxième échangeur de chaleur.

Selon une caractéristique de l'invention, le système de gestion comprend un troisième échangeur de chaleur configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de refroidissement et un fluide réfrigérant circulant dans une boucle de refroidissement. Ce troisième échangeur de chaleur permet de sous-
25 refroidir le gaz à l'état liquide, par exemple dans le but d'améliorer la reliquéfaction du

gaz à l'état vapeur circulant à travers le deuxième échangeur de chaleur en faisant circuler le gaz à l'état liquide sous-refroidi au sein de ce même deuxième échangeur de chaleur.

Une telle configuration peut être utilisée par exemple en cas d'importante quantité de gaz à l'état vapeur à reliquéfier. Le gaz à l'état liquide sous-refroidi peut également

5 retourner dans la cuve afin d'abaisser la température globale de celle-ci et ainsi de diminuer la pression de la cuve. Le fluide réfrigérant circulant dans la boucle de refroidissement utilisée pour sous-refroidir le gaz à l'état liquide peut par exemple être de l'azote.

Selon une caractéristique de l'invention, le système de gestion comprend une branche
10 additionnelle reliant le premier étage de compression du dispositif de compression à la cuve, le système de gestion comprenant en outre un échangeur thermique configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz à l'état vapeur circulant dans la branche additionnelle et un fluide réfrigérant circulant dans une boucle de reliquéfaction. Il s'agit d'une configuration alternative pouvant être mis en œuvre par exemple en l'absence du
15 troisième échangeur de chaleur évoqué précédemment pour traiter une forte quantité de gaz à l'état vapeur destiné à être reliquéfié.

La présence de la branche additionnelle et de l'échangeur thermique peut également être utile par exemple dans le cas où il y a trop peu de gaz à l'état vapeur circulant de la cuve jusqu'au dispositif de compression pour opérer un pré-refroidissement efficace.

20 L'échangeur thermique peut aussi être utilisé lorsque le gaz à l'état liquide contenu dans la cuve est à une température trop élevée pour reliquéfier correctement le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique et que ledit gaz à l'état liquide ne peut par ailleurs pas être sous-refroidi.

Dans cette configuration, au moins une partie du gaz à l'état vapeur comprimé et destiné
25 à être reliquéfié peut circuler dans la branche additionnelle et être reliquéfiée à part grâce à l'échange de chaleur opéré au sein de l'échangeur thermique. Tout comme la boucle de refroidissement évoquée précédemment, la boucle de reliquéfaction peut être parcouru par un fluide réfrigérant, par exemple de l'azote.

La branche additionnelle s'étend jusqu'à la cuve afin que le gaz, une fois reliquéfié au sein de l'échangeur thermique, puisse circuler à l'état liquide jusqu'à la cuve.

Selon une caractéristique de l'invention, le circuit d'alimentation comprend au moins un élément de compression agencé au moins partiellement en parallèle du dispositif de compression. L'élément de compression a notamment une fonction de redondance en cas de panne du dispositif de compression. L'élément de compression peut également assister le dispositif de compression en cas de fort besoin d'alimentation de l'appareil consommateur de gaz ou des appareils consommateurs de gaz.

Selon une caractéristique de l'invention, l'élément de compression est raccordé au premier étage de compression du dispositif de compression. Il s'agit d'une sortie de l'élément de compression qui est raccordée au premier étage de compression du dispositif de compression. D'une manière avantageuse, l'élément de compression comprime le gaz à un même niveau de pression que le premier étage de compression, par exemple afin de pouvoir opérer une alimentation d'un appareil consommateur de gaz à basse pression ou bien faire circuler du gaz comprimé au sein de la première portion.

Selon une caractéristique de l'invention, le circuit de traitement thermique rejoint le circuit de refroidissement en aval du deuxième échangeur de chaleur. A ce stade, le gaz circulant dans le circuit de traitement thermique est reliquéfié. Le circuit de refroidissement s'étend jusqu'à la cuve afin de garantir un retour du gaz reliquéfié et du gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de refroidissement jusqu'à la cuve.

Selon une caractéristique de l'invention, le circuit de traitement thermique comprend un dispositif de séparation dont une entrée est disposée en aval du deuxième échangeur de chaleur. Avant de rejoindre le circuit de refroidissement, le circuit de traitement thermique peut en effet comprendre un tel séparateur permettant de séparer la phase gazeuse de la phase liquide du gaz circulant dans le circuit de traitement thermique, et ce après que ledit gaz a traversé le deuxième échangeur de chaleur. Le dispositif de séparation peut être utilisé en cas de reliquéfaction partielle du gaz circulant dans le circuit de traitement thermique afin de retenir la fraction de gaz ne s'étant pas reliquéfié.

Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de séparation comprend une sortie vapeur, le circuit de traitement thermique comprenant une première voie reliant la sortie vapeur du dispositif de séparation au circuit d'alimentation en un point situé entre la cuve et le premier échangeur de chaleur. La première voie permet de faire recirculer le gaz à l'état vapeur ne s'étant pas reliquéfié jusqu'au circuit d'alimentation afin d'être consommé par l'appareil consommateur de gaz ou d'entraîner une nouvelle tentative de reliquéfaction.

Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de séparation comprend une sortie liquide, le circuit de traitement thermique comprenant une deuxième voie reliant la sortie liquide du dispositif de séparation au circuit de refroidissement. Le gaz reliquéfié sort donc du dispositif de séparation à l'état liquide et circule dans la deuxième voie afin de retourner dans la cuve via le circuit de refroidissement.

L'invention couvre également un ouvrage flottant comprenant au moins une cuve, au moins un appareil consommateur de gaz et un système de gestion tel que décrit précédemment.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore au travers de la description qui suit d'une part, et de plusieurs exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :

[Fig. 1] est une représentation d'un premier mode de réalisation d'un système de gestion selon l'invention,

[Fig. 2] est une représentation d'un deuxième mode de réalisation du système de gestion selon l'invention,

[Fig. 3] illustre une première variante du premier mode de réalisation du système de gestion,

[Fig. 4] illustre une première variante du deuxième mode de réalisation du système de gestion,

[Fig. 5] illustre une deuxième variante du premier mode de réalisation du système de gestion,

[Fig. 6] illustre une deuxième variante du premier mode de réalisation du système de gestion,

5 [Fig. 7] illustre une troisième variante du premier mode de réalisation du système de gestion.

La figure 1 illustre un premier mode de réalisation d'un système de gestion 1 selon l'invention. Le système de gestion 1 peut être intégré au sein d'un ouvrage flottant, par exemple un navire de stockage et/ou de transport d'un gaz à l'état liquide contenu dans
10 au moins une cuve 2 qui équipe l'ouvrage flottant. Le gaz à l'état liquide peut de manière naturelle s'évaporer partiellement au sein d'un ciel 3 de la cuve 2.

Afin de gérer la pression de la cuve 2 qui augmente du fait de la présence de gaz à l'état vapeur au sein du ciel 3, le système de gestion 1 peut traiter ce gaz afin que ce dernier alimente en carburant au moins un appareil consommateur de gaz. Sur la figure 1, le
15 système de gestion 1 est configuré pour pouvoir alimenter un appareil consommateur de gaz à haute pression 4 et un appareil consommateur de gaz à basse pression 5. L'appareil consommateur de gaz à haute pression 4 peut par exemple être un moteur assurant la propulsion de l'ouvrage flottant. L'appareil consommateur de gaz à basse pression 5 peut quant à lui être un générateur alimentant l'ouvrage flottant en électricité.

20 Afin d'assurer une alimentation des appareils consommateurs de gaz 4, 5, le système de gestion 1 comprend un circuit d'alimentation 6 s'étendant entre la cuve 2 et les appareils consommateurs de gaz 4, 5. Le circuit d'alimentation 6 comprend un dispositif de compression 7 permettant d'aspirer le gaz à l'état vapeur contenu dans le ciel 3 et la cuve 2 et de comprimer celui-ci jusqu'à une pression compatible avec les besoins de l'appareil
25 consommateur de gaz à haute pression 4, par exemple au-delà de 250 bars, ou de l'appareil consommateur de gaz à basse pression 5, notamment entre 7 et 20 bars.

Sur la figure 1, le dispositif de compression 7 est illustré par une série de compresseurs, mais le dispositif de compression 7 peut également être un unique compresseur multi-

étagé. Ainsi, le dispositif de compression 7 présente plusieurs étages de compression afin de comprimer le gaz à l'état vapeur à une pression plus ou moins élevée, un tel dispositif de compression 7 comprenant au moins trois sorties dont au moins deux sont disposées entre deux étages de compression. Plus le gaz à l'état vapeur traverse d'étages de compression, plus la pression de celui-ci est augmentée.

Le dispositif de compression 7 représenté sur la figure 1 comprend ainsi au moins un premier étage de compression 11, un deuxième étage de compression 12 et un troisième étage de compression 13. Le dispositif de compression 7 comprend aussi une première sortie 56 disposée entre le premier étage de compression 11 et le deuxième étage de compression 12, une deuxième sortie 57 disposée entre le deuxième étage de compression 12 et le troisième étage de compression 13 et une troisième sortie 58 après le troisième étage de compression 13.

Ces trois sorties 56, 57, 58 assurent chacune une sortie du gaz à l'état vapeur hors du dispositif de compression 7. Le gaz à l'état vapeur traverse l'ensemble du dispositif de compression 7 et sort par la troisième sortie 58 pour atteindre la pression compatible à l'alimentation de l'appareil consommateur de gaz à haute pression 4. En sortie du troisième étage de compression 13 du dispositif de compression 7, le gaz à l'état vapeur peut atteindre une pression comprise entre 250 et 400 bars.

Le gaz à l'état vapeur comprimé par le premier étage de compression 11 présente une pression comprise entre 7 et 20 bars tandis que le gaz à l'état vapeur comprimé par le deuxième étage de compression 12 présente une pression comprise entre 120 et 150 bars. Le premier étage de compression 11 permet par ailleurs d'élever la pression du gaz à l'état vapeur à une valeur compatible pour l'alimentation de l'appareil consommateur de gaz à basse pression 5.

Le système de gestion 1 comprend également un circuit de traitement thermique 8. Le circuit de traitement thermique 8 est connecté au circuit d'alimentation 6, plus particulièrement au niveau du dispositif de compression 7. Selon le premier mode de réalisation du système de gestion 1, le circuit de traitement thermique 8 comprend une première branche 9 et une deuxième branche 10, respectivement connectées à la

première sortie 56 du dispositif de compression 7 disposée en aval du premier étage de compression 11 et en amont du deuxième étage de compression 12, et à la deuxième sortie 57 du dispositif de compression 7 disposée en aval du deuxième étage de compression 11 et en amont du troisième étage de compression 13. La première branche 9 et la deuxième branche 10 permettent de faire circuler le gaz à l'état vapeur au sein du circuit de traitement thermique 8 à deux niveaux de pression différents.

La première branche 9 et la deuxième branche 10 se rejoignent au niveau d'un point de jonction 53. D'une manière préférentielle, le gaz à l'état vapeur ne circule qu'au sein de l'une des deux branches 9, 10. Afin de contrôler la circulation au sein desdites branches 9, 10, la première branche 9 comprend une première valve 43 et la deuxième branche 10 comprend une deuxième valve 44.

L'un des objectifs du circuit de traitement thermique 8 est de participer à la reliquéfaction du gaz à l'état vapeur non utilisé pour l'alimentation des appareils consommateurs de gaz 4, 5. Pour ce faire, le système de gestion 1 comprend un premier échangeur de chaleur 14 configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz à l'état vapeur comprimé circulant dans le circuit de traitement thermique 8 et le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit d'alimentation 6 en amont du dispositif de compression 7.

Le premier échangeur de chaleur 14 permet ainsi de pré-refroidir le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique 8 en utilisant le gaz à l'état vapeur en sortie de la cuve 2. Ce dernier est alors chauffé en captant les calories du gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique 8.

Le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique 8 est pré-refroidi au sein du premier échangeur de chaleur 14, et ce peu importe la branche 9 ou 10 utilisée. Ainsi, le point de jonction 53 est avantageusement disposé en amont du premier échangeur de chaleur 14 afin que l'ensemble du gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique 8 traverse le premier échangeur de chaleur 14 pour être pré-refroidi. Selon une telle configuration, le premier échangeur de chaleur 14 comprend deux passes dont l'une dans laquelle circule le gaz à l'état vapeur circulant

dans le circuit d'alimentation 6 en amont du dispositif de compression 7 et l'autre où circule le gaz à l'état vapeur comprimé circulant dans le circuit de traitement thermique 8 après que la première branche 9 et la deuxième branche 10 se sont rejointes au niveau du point de jonction 53.

- 5 Le gaz à l'état vapeur pré-refroidi poursuit sa circulation en sortie du premier échangeur de chaleur 14. La particularité du système de gestion 1 selon l'invention est que le circuit de traitement thermique 8 comprend une première portion 51 et une deuxième portion 52, chacune étant adaptée à la circulation du gaz à l'état vapeur précédemment comprimé par le premier étage de compression 11 ou par le deuxième étage de
- 10 compression 12.

Sur la figure 1, on observe que la deuxième portion 52 comprend un organe de détente 15, tandis que la première portion 51 en est dépourvue. On comprend ainsi que la première portion 51 est spécifique à la circulation du gaz à l'état vapeur comprimé seulement par le premier étage de compression 11, tandis que la deuxième portion 52 est

15 spécifique à la circulation du gaz à l'état vapeur comprimé par le deuxième étage de compression 12. La mise sous pression au deuxième étage de compression 12 nécessite en effet une détente ultérieure, laquelle étant assurée par l'organe de détente 15.

Il peut être avantageux en termes d'optimisation de reliquéfaction d'effectuer une compression puis une détente du gaz à l'état vapeur. Un tel choix est dépendant d'une

20 pluralité de paramètres, par exemple la quantité de gaz à l'état vapeur généré dans le ciel 3 de cuve 2, ou la durée du trajet à effectuer par l'ouvrage flottant transportant le gaz à l'état liquide. Le système de gestion 1 selon l'invention permet d'optimiser la reliquéfaction du gaz à l'état vapeur en économisant un maximum d'énergie et en maintenant la température de la cargaison de gaz à l'état en-dessous d'un seuil

25 déterminé. Cette optimisation est obtenue en favorisant l'utilisation de la première branche 9 combinée à l'utilisation de la première portion 51, par rapport à l'utilisation de la deuxième branche 10 combinée à l'utilisation de la deuxième portion 52.

Le circuit de traitement thermique 8 illustré sur les figures 1, 3 et 5 comprend un point de divergence 54 et un point de convergence 55, respectivement où débutent et se

terminent la première portion 51 et la deuxième portion 52. Ces dernières comprennent par ailleurs respectivement une première vanne 41 et une deuxième vanne 42 qui contrôlent la circulation de gaz au sein des portions respectives.

5 Après avoir circulé au sein de la première portion 51 ou de la deuxième portion 52, le gaz à l'état vapeur traverse ensuite un deuxième échangeur de chaleur 16 dans le but d'être au moins partiellement reliquéfié. Le point de convergence 55 est disposé en amont du deuxième échangeur de chaleur 16. Ainsi, tout comme pour le premier échangeur de chaleur 14, le deuxième échangeur de chaleur 16 comprend deux passes.

10 Afin d'opérer une reliquéfaction efficace, le système de gestion 1 comprend un circuit de refroidissement 17 au sein duquel circule du gaz à l'état liquide prélevé dans la cuve 2. Le circuit de refroidissement 17 comprend une pompe 18, avantageusement immergée au fond de la cuve 2 et qui met en circulation du gaz à l'état liquide au sein du circuit de refroidissement 17. Parmi les différentes fonctions du circuit de refroidissement 17, l'une d'entre elles est de participer à la reliquéfaction du gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique 8. Le gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de refroidissement 17 peut ainsi traverser le deuxième échangeur de chaleur 16 au sein duquel s'opère l'échange de chaleur avec le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique 8. Le gaz à l'état vapeur est alors reliquéfié.

20 Afin d'optimiser la reliquéfaction du gaz à l'état vapeur circulant dans le deuxième échangeur de chaleur 16, le système de gestion 1 comprend un troisième échangeur de chaleur 19, que le gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de refroidissement 17 peut traverser ou contourner.

25 Le troisième échangeur de chaleur 19 permet de sous-refroidir le gaz à l'état liquide afin de compenser les calories captées par le gaz à l'état liquide lors de l'échange de chaleur se produisant au sein du deuxième échangeur de chaleur 16. Afin de sous-refroidir le gaz à l'état liquide, le système 1 selon l'invention peut comprendre une boucle de refroidissement 20 qui traverse le troisième échangeur de chaleur 19, une telle boucle de refroidissement 20 étant parcourue par un fluide réfrigérant assurant le sous-refroidissement du gaz à l'état liquide. Ceci est avantageux en ce sens qu'on utilise les

frigories contenues dans le gaz à l'état liquide contenu dans la cuve pour opérer la reliquéfaction. Le fluide réfrigérant circulant dans la boucle de refroidissement 20 peut par exemple être de l'azote.

5 Le choix de sous-refroidir le gaz à l'état liquide via le troisième échangeur de chaleur 19 ou non est également dépendant de la quantité de gaz à l'état vapeur généré dans la cuve 2 et/ou de la durée du trajet de l'ouvrage flottant, tout comme pour le choix du niveau de pression appliqué sur le gaz à l'état vapeur destiné à être reliquéfié. Un tel choix permet de déterminer s'il est nécessaire d'utiliser ou non le troisième échangeur de chaleur 19 et la boucle de refroidissement 20 pour assurer la reliquéfaction du gaz à l'état

10 vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique 8. On évite ainsi d'utiliser cette boucle de refroidissement 20 de manière superflue lorsque cela n'est pas indispensable pour la reliquéfaction du gaz à l'état vapeur, ce qui limite la consommation d'énergie.

En sortie du deuxième échangeur de chaleur 16, le gaz reliquéfié rejoint le circuit de refroidissement 17, également en sortie du deuxième échangeur de chaleur 16. Le circuit

15 de refroidissement 17 s'étend jusqu'à la cuve 2 afin que le retour du gaz à l'état liquide puisse se faire au sein de celle-ci. Le circuit de refroidissement 17 comprend à ce titre au moins une terminaison 29 pouvant être un orifice 30 agencée au fond de la cuve 2.

Il est par ailleurs possible d'abaisser la température du gaz à l'état liquide contenu dans la cuve 2 grâce au troisième échangeur de chaleur 19 évoqué précédemment. Le gaz à l'état

20 liquide est ainsi prélevé dans la cuve 2, puis sous-refroidi en traversant le troisième échangeur de chaleur 19, et retourne sous-refroidi dans la cuve 2 via une autre terminaison 29 agencée dans le ciel 3 de la cuve 2, laquelle pouvant être un organe de pulvérisation 31. Ce dernier permet de pulvériser du gaz à l'état liquide sous-refroidi dans le ciel 3 de la cuve 2 afin de condenser le gaz à l'état vapeur présent dans le ciel 3 et

25 ainsi d'abaisser la pression de la cuve 2.

Lorsque la génération de gaz à l'état vapeur dans le ciel 3 de la cuve 2 n'est pas suffisante pour satisfaire la consommation de l'appareil consommateur de gaz à haute pression 4, le système de gestion 1 peut être configuré pour fournir le gaz à ce dernier. Ainsi, le système de gestion 1 peut comprendre un circuit d'alimentation supplémentaire 33. Le

circuit d'alimentation supplémentaire 33 comprend une pompe additionnelle 35, une pompe haute pression 36 et un évaporateur haute pression 37. La pompe additionnelle 35 permet de prélever le gaz à l'état liquide dans la cuve 2, puis la pompe haute pression 36 pompe le gaz à l'état liquide jusqu'à une pression compatible avec la pression requise par l'appareil consommateur de gaz à haute pression 4. L'évaporateur haute pression 37 permet d'évaporer le gaz à l'état liquide mis sous haute pression afin que le gaz passe à l'état vapeur et puisse être consommé par l'appareil consommateur de gaz à haute pression 4.

Comme illustré sur les figures, la pompe additionnelle 35 et la pompe 18 du circuit de refroidissement 17 sont des pompes séparées et distinctes. Selon une alternative, le système est dépourvu d'une pompe additionnelle dédiée au circuit d'alimentation supplémentaire 33. Dans un tel cas, le circuit d'alimentation supplémentaire 33 est raccordé au circuit de refroidissement 17, entre une sortie de la pompe 18 et une entrée du deuxième échangeur de chaleur 16 et c'est la pompe 18 qui, en plus de sa fonction initiale, prélève du gaz à l'état liquide dans la cuve 2 pour le fournir à la pompe haute pression 36.

La figure 2 représente un deuxième mode de réalisation du système de gestion 1 selon l'invention. Le deuxième mode de réalisation se distingue du premier mode de réalisation en ce que la première portion 51 et la deuxième portion 52 s'étendent sur l'intégralité ou sensiblement l'intégralité du circuit de traitement thermique 8.

Contrairement au premier mode de réalisation, le deuxième mode de réalisation du système de gestion 1 illustré sur la figure 2 n'inclut donc pas la première branche, la deuxième branche, le point de jonction et le point de divergence.

Ce sont donc la première portion 51 et la deuxième portion 52 qui sont directement connectées au dispositif de compression 7, respectivement à la première sortie 56, au niveau du premier étage de compression 11, et à la deuxième sortie 57, entre le deuxième étage de compression 12 et le troisième étage de compression 13. La première vanne 41 et la deuxième vanne 42 sont toujours présentes afin de contrôler la circulation du gaz à l'état vapeur au sein de la première portion 51 et de la deuxième portion 52.

Sur les figures 1 à 4, on constate que le circuit de traitement thermique 8 comprend un organe de régulation de débit 40 disposé en aval du point de convergence 55 entre la première portion 51 et la deuxième portion 52. Cette organe de régulation de débit 40 adapte la pression et le débit au sein du circuit de traitement thermique 8 de sorte à
5 rapprocher cette pression de la pression qui règne au sein de la cuve 2.

Cette organe de régulation de débit 40 est disposé en aval de la branche du circuit de traitement thermique 8 qui traverse le deuxième échangeur de chaleur 16, et amont d'un point de mélange 39 entre le circuit de traitement thermique 8 et le circuit de refroidissement 17.

10 La première portion 51 et la deuxième portion 52 s'étendent ainsi en parallèle l'une de l'autre, y compris au sein du premier échangeur de chaleur 14 et du deuxième échangeur de chaleur 16. Les échangeurs de chaleur 14, 16 sont ainsi composés de trois passes, à raison d'une passe par portion du circuit de traitement thermique 8, d'une passe où circule le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit d'alimentation 6 en amont du
15 dispositif de compression 7 pour le premier échangeur de chaleur 14, et d'une passe où circule le gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de refroidissement 17 pour le deuxième échangeur de chaleur 16.

Tel que cela est illustré sur la figure 2, le point de convergence 55 entre la première portion 51 et la deuxième portion 52 est disposé en aval du deuxième échangeur de
20 chaleur 16. Le circuit de traitement thermique 8 rejoint par la suite le circuit de refroidissement 17.

D'une manière générale, le positionnement du point de convergence 55, mais aussi celui du point de jonction 53 et du point de divergence 54 illustrés sur la figure 1, peuvent différer de manière non exhaustive à ce qui est illustré sur les figures 1 et 2. En fonction
25 du positionnement de ces points, le premier échangeur de chaleur 14 et le deuxième échangeur de chaleur 16 peuvent comprendre deux ou trois passes.

L'organe de détente 15 est toujours positionné au niveau de la deuxième portion 52 et assure la détente du gaz comprimé par le deuxième étage de compression 12. Tout comme ce qui a été décrit précédemment, le niveau de compression du gaz par le

dispositif de compression 7 ainsi que l'utilisation du troisième échangeur de chaleur 19 et de la boucle de refroidissement 20 sont dépendants par exemple de la durée du trajet de l'ouvrage flottant et la quantité de gaz à l'état vapeur généré dans le ciel 3 de cuve 2.

5 L'ensemble des autres caractéristiques structurelles et fonctionnelles du deuxième mode de réalisation du système de gestion 1 étant identiques à celles du premier mode de réalisation, on se référera à la description de la figure 1 concernant la description des caractéristiques communes aux deux modes de réalisation.

Les figures 3 à 6 représentent une variante du premier mode de réalisation ou une variante du deuxième mode de réalisation du système de gestion 1 selon l'invention.
10 Seules les différences structurelles et fonctionnelles par rapport à ce qui a été évoquées précédemment seront décrites au sujet de ces variantes. On se référera donc à la description de la figure 1 et/ou de la figure 2 pour toutes les caractéristiques non détaillées ci-dessous concernant ces variantes.

Les figures 3 et 4 représentent ainsi respectivement une première variante du premier
15 mode de réalisation et une première variante du deuxième mode de réalisation. Cette première variante se distingue de ce qui a été décrit précédemment notamment par l'absence du troisième échangeur de chaleur permettant de sous-refroidir le gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de refroidissement 17.

A la place, selon une telle variante du système de gestion 1 selon l'invention, celle-ci
20 comprend une branche additionnelle 48 connectée à la première sortie 56 du dispositif de compression 7, en parallèle de la première branche 9 ou de la première portion 51 selon le mode de réalisation, et qui s'étend jusqu'à la cuve 2. Cette branche additionnelle 48 conduit le gaz à l'état vapeur à travers un échangeur thermique 49, qui est configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz à l'état vapeur et un fluide réfrigérant
25 circulant dans une boucle de reliqufaction 50. En sortie de l'échangeur thermique 49, le gaz reliquéfié circule dans la branche additionnelle 48 jusqu'à retourner dans la cuve 2.

La branche additionnelle 48 et l'échangeur thermique 49 peuvent ainsi être utilisés lorsque qu'il n'est pas possible de sous-refroidir le gaz à l'état liquide au sein du circuit de refroidissement 17, ce qui peut conduire à une mauvaise reliqufaction du gaz à l'état

vapeur traversant le deuxième échangeur de chaleur 16, par exemple dans un cas où on souhaite limiter le réchauffement de la cargaison ou en cas de gaz à l'état vapeur en trop grande quantité. Tout comme ce qui a été décrit précédemment, le fonctionnement du système de gestion 1 peut également dépendre de la durée du trajet de l'ouvrage flottant.

- 5 Dans une telle situation, il peut être judicieux de répartir le gaz à l'état vapeur comprimé entre le circuit de traitement thermique 8 et la branche additionnelle 48 afin que l'ensemble dudit gaz à l'état vapeur soit reliquéfié, tout en réduisant au maximum l'utilisation de la boucle de reliquéfaction 50.

10 Une autre différence par rapport à ce qui a été décrit est la présence d'un élément de compression 32, agencé au moins partiellement en parallèle du dispositif de compression 7, notamment au moins du premier étage de compression 11. Cet élément de compression 32 assure une redondance au moins partielle avec le dispositif de compression 7. Cet élément de compression 32 est facultatif.

15 Sur les figures 3 et 4, l'élément de compression 32 est configuré pour comprimer le gaz à l'état vapeur jusqu'à une pression identique ou similaire à celle délivrée par le premier étage de compression 11 du dispositif de compression 7. Une admission de l'élément de compression 32 est raccordée au circuit d'alimentation 6 en un point situé entre la sortie du premier échangeur de chaleur 14 et une entrée du dispositif de compression 7.

20 L'élément de compression 32 est aussi apte à alimenter l'appareil consommateur de gaz basse pression 5 en gaz à l'état vapeur, le circuit d'alimentation 6 comprenant alors une ligne reliant une sortie de l'élément de compression 32 avec une entrée l'appareil consommateur de gaz basse pression 5.

25 Le gaz à l'état vapeur comprimé par l'élément de compression 32 peut aussi circuler dans la première branche 9 ou directement dans la première portion 51 en fonction du mode de réalisation du système de gestion 1. Enfin, le gaz à l'état vapeur comprimé par l'élément de compression 32 peut aussi rejoindre le dispositif de compression 7 et être davantage comprimé par ce dernier au moyen du deuxième étage de compression 12, pour circuler dans la deuxième branche 10 ou la deuxième portion 52, ou être davantage

comprimé par le troisième étage de compression 13 pour alimenter l'appareil consommateur de gaz haute pression 4.

L'élément de compression 32 est représenté sur les figures 3 et 4, mais peut également être intégré aux modes de réalisation illustrés sur les figures 1 et 2, ainsi qu'aux variantes
5 décrites ci-dessous.

Les figures 5 et 6 représentent respectivement une deuxième variante du premier mode de réalisation et une deuxième variante du deuxième mode de réalisation. Cette deuxième variante se distingue de ce qui est illustré sur les figures 1 et 2 en ce que le circuit de traitement thermique 8 comprend au moins un dispositif de séparation 21
10 agencé en aval du deuxième échangeur de chaleur 16. Un tel dispositif de séparation 21 présente l'avantage d'éviter qu'une fraction de gaz à l'état vapeur ne circule jusqu'à la cuve 2.

En sortie du deuxième échangeur de chaleur 16, le gaz majoritairement reliquéfié ou totalement reliquéfié peut circuler jusqu'au dispositif de séparation 21. Celui-ci
15 comprend une entrée 22 par laquelle entre ce gaz dans un volume du dispositif de séparation 21. Ce dernier permet de séparer une fraction liquide d'une fraction vapeur du gaz si ce dernier n'est pas entièrement reliquéfié. Le dispositif de séparation 21 comprend une sortie vapeur 23 autorisant la sortie de la fraction vapeur hors du dispositif de séparation 21 et une sortie liquide 24 autorisant la sortie de la fraction
20 liquide hors du dispositif de séparation 21.

La fraction vapeur, si elle est présente dans le dispositif de séparation 21, peut sortir via la sortie vapeur 23 et circuler au sein d'une première voie 25. La première voie 25 est reliée au circuit d'alimentation 6 et permet la recirculation du gaz à l'état vapeur non reliquéfié au sein dudit circuit d'alimentation 6 afin que ledit gaz soit consommé ou
25 reliquéfié.

La fraction liquide présente dans le dispositif de séparation 21 peut quant à elle sortir par la sortie liquide 24 et circuler au sein d'une deuxième voie 26 qui relie le dispositif de séparation 21 au circuit de refroidissement 17. Après avoir rejoint ce dernier, le gaz reliquéfié circule alors jusqu'à la cuve 2 via l'orifice 30.

Sur les figures 5 et 6, le dispositif de séparation 21 et les deux voies 25, 26 sont illustrés au sein d'un système de gestion équipé du troisième échangeur de chaleur 19. Il est néanmoins tout à fait possible de combiner la première variante et la deuxième variante du système de gestion 1 illustrées sur les figures 3 à 6, et ainsi de mettre en œuvre un

5 système de gestion 1 avec le dispositif de séparation 21, les deux voies 25, 26, ainsi que la branche additionnelle 48 et l'échangeur thermique 49, et ce quel que soit le mode de réalisation dudit système de gestion 1.

La figure 7 représente un système de gestion analogue à la figure 1 et comportant en plus un orifice calibré 60. Le système de gestion 1 comprend le deuxième échangeur de

10 chaleur 16 relié à la cuve 2 par une branche de retour comprenant une terminaison 29 débouchant dans la cuve et un orifice 30 disposé sur une portion de la branche de retour présente dans la cuve. De préférence, l'orifice 30 est disposé à l'extrémité de la branche de retour présente dans la cuve.

Dans le mode de réalisation de la figure 7, l'orifice 30 est un orifice calibré 60. A titre

15 d'exemple, pour un débit de liquide cryogénique renvoyé vers la cuve 2 de $60 \text{ m}^3/\text{h}$ et avec un orifice calibré 60 d'un diamètre de 11 millimètres, la diminution de la pression sera de 2 bars. Pour un débit de $30 \text{ m}^3/\text{h}$ et avec un orifice calibré 60 d'un diamètre de 8,5 millimètres, la diminution de la pression sera de 2,2 bars. Pour un débit de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ et avec un orifice calibré 60 d'un diamètre de 7,5 millimètres, la diminution de la

20 pression sera de 2,1 bars,

L'orifice calibré 60 est illustré uniquement sur la figure 7 mais il est néanmoins tout à fait possible de combiner la présence de l'orifice calibré 60 avec les variantes du premier mode et le second mode ainsi que sa première variante du système de gestion 1 illustrées sur les figures 1 à 5.

25 Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

L'invention, telle qu'elle vient d'être décrite, atteint bien le but qu'elle s'était fixée, et propose un système de gestion d'un gaz contenu dans un ouvrage flottant pouvant

- optimiser la consommation nécessaire pour liquéfier le gaz non consommé par l'appareil consommateur de l'ouvrage flottant, en fonction de conditions liées à la durée d'un trajet de l'ouvrage flottant et/ou à une quantité de gaz à l'état vapeur présente dans le ciel de cuve. Des variantes non décrites ici pourraient être mises en œuvre sans sortir du
- 5 contexte de l'invention, dès lors que, conformément à l'invention, elles comprennent un système de gestion conforme à l'invention.

REVENDECATIONS

- 1- Système de gestion (1) d'un gaz contenu dans au moins une cuve (2) d'un ouvrage flottant qui comporte au moins un appareil consommateur de gaz (4, 5), le système de gestion (1) comprenant :
- 5 - au moins un circuit d'alimentation (6) en gaz de l'appareil consommateur de gaz (4, 5), le circuit d'alimentation (6) comprenant au moins un dispositif de compression (7) comportant au moins un premier étage de compression (11), un deuxième étage de compression (12) et un troisième étage de compression (13) et configuré pour comprimer du gaz prélevé à l'état vapeur dans la cuve (2), le dispositif de compression
- 10 (7) délivrant le gaz à l'état vapeur à trois niveaux de pression différents,
- au moins un circuit de traitement thermique (8) du gaz à l'état vapeur comprimé par au moins l'un des étages de compression (11, 12) du dispositif de compression (7),
- au moins un premier échangeur de chaleur (14) configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit d'alimentation (6)
- 15 entre la cuve (2) et le dispositif de compression (7) et le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique (8),
- au moins un circuit de refroidissement (17) comprenant au moins une pompe (18) configurée pour prélever le gaz à l'état liquide dans la cuve (2),
- au moins un deuxième échangeur de chaleur (16) configuré pour opérer un
- 20 échange de chaleur entre le gaz à l'état vapeur circulant dans le circuit de traitement thermique (8) en aval du premier échangeur de chaleur (14) et le gaz circulant dans le circuit de refroidissement (17),
- caractérisé en ce que le circuit de traitement thermique (8) comprend au moins une première portion (51) configurée pour faire circuler du gaz comprimé par le premier
- 25 étage de compression (11) du dispositif de compression (7) et une deuxième portion (52) configurée pour faire circuler du gaz comprimé par le deuxième étage de compression (12) du dispositif de compression (7), le deuxième étage de compression (12) étant disposé en aval du premier étage de compression (11), la première portion

(51) et la deuxième portion (52) s'étendant au moins partiellement entre le dispositif de compression (7) et le deuxième échangeur de chaleur (16), la deuxième portion (52) étant pourvue d'un organe de détente (15).

2- Système de gestion (1) selon la revendication 1, dans lequel la première portion (51) comprend une première vanne (41) et la deuxième portion (52) comprend une deuxième vanne (42), la première vanne (41) et la deuxième vanne (42) étant configurées pour contrôler la circulation du gaz au sein desdites portions.

3- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel le circuit de traitement thermique (8) comprend un point de divergence (54) à partir duquel débudent la première portion (51) et la deuxième portion (52), le point de divergence (54) étant disposé entre le premier échangeur de chaleur (14) et le deuxième échangeur de chaleur (16).

4- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la première portion (51) et la deuxième portion (52) débudent respectivement au premier étage de compression (11) et au deuxième étage de compression (12) du dispositif de compression (7).

5- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la première portion (51) et la deuxième portion (52) se rejoignent en un point de convergence (55).

6- Système de gestion (1) selon la revendication 5, dans lequel le point de convergence (55) est disposé entre le premier échangeur de chaleur (14) et le deuxième échangeur de chaleur (16).

7- Système de gestion (1) selon la revendication 5, dans lequel le point de convergence (55) est disposé en aval du deuxième échangeur de chaleur (16).

8- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, en combinaison avec la revendication 3, dans lequel le circuit de traitement thermique (8) comprend au moins une première branche (9) raccordée au premier étage de compression (11) du dispositif de compression (7) et une deuxième branche (10)

raccordée au deuxième étage de compression (12) du dispositif de compression (7), la première branche (9) et la deuxième branche (10) se rejoignant en un point de jonction (53) du circuit de traitement thermique (8) disposé entre le dispositif de compression (7) et le point de divergence (54).

5 9- Système de gestion (1) selon la revendication 8, dans lequel la première branche (9) comprend une première valve (43) et la deuxième branche (10) comprend une deuxième valve (44), la première valve (43) et la deuxième valve (44) étant configurées pour contrôler la circulation du gaz au sein desdites branches.

10 10- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel la première portion (51) et la deuxième portion (52) du circuit de traitement thermique (8) comprennent chacune une passe du premier échangeur de chaleur (14) et/ou du deuxième échangeur de chaleur (16).

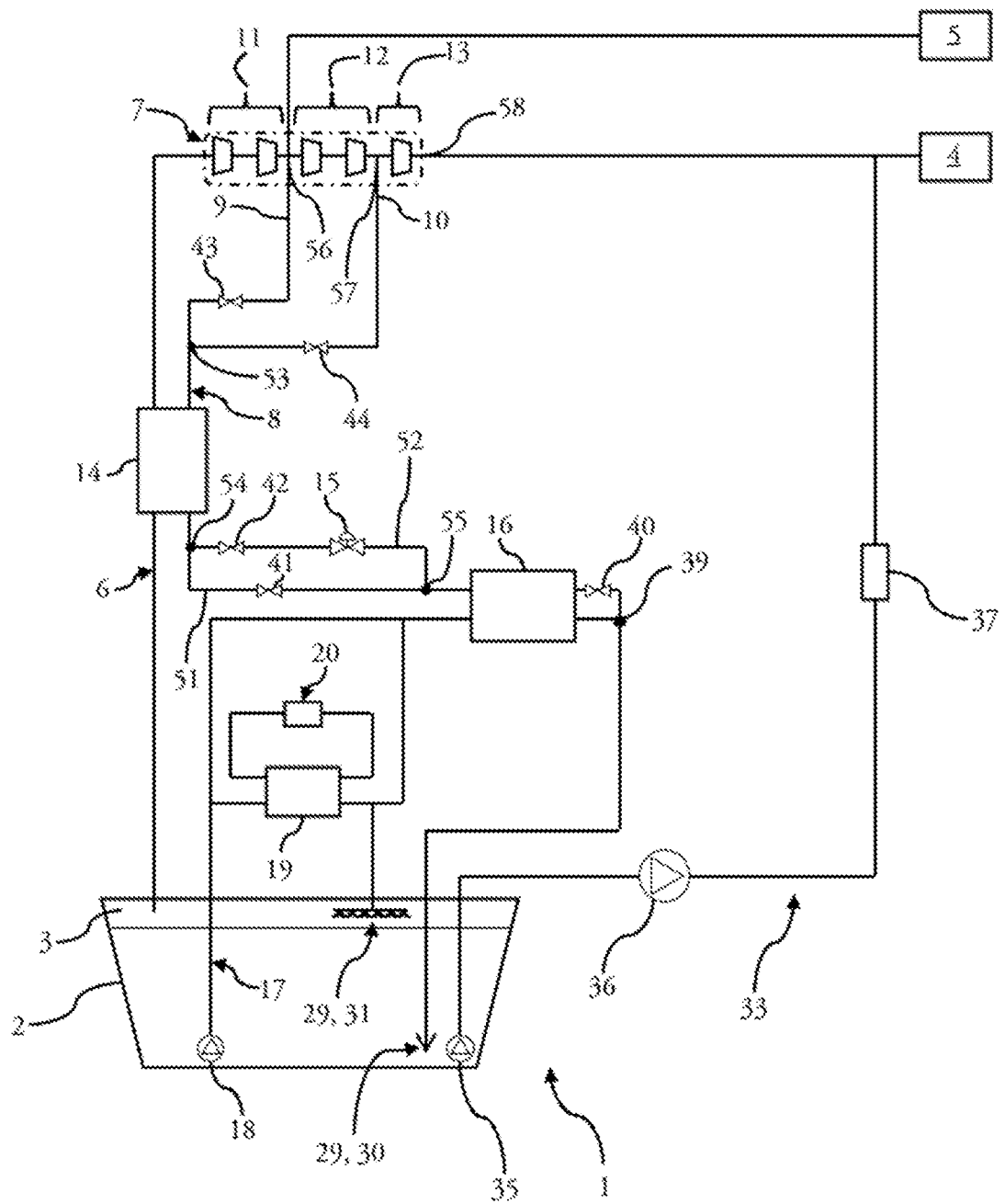
15 11- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant un troisième échangeur de chaleur (19) configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de refroidissement (17) et un fluide réfrigérant circulant dans une boucle de refroidissement (20).

20 12- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant une branche additionnelle (48) reliant le premier étage de compression (11) du dispositif de compression (7) à la cuve (2), le système de gestion (1) comprenant en outre un échangeur thermique (49) configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz à l'état vapeur circulant dans la branche additionnelle (48) et un fluide réfrigérant circulant dans une boucle de reliqufaction (50).

25 13- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel le circuit d'alimentation (6) comprend au moins un élément de compression (32) agencé au moins partiellement en parallèle du dispositif de compression (7).

14- Système de gestion (1) selon la revendication 13, dans lequel l'élément de compression (32) est raccordé au premier étage de compression (11) du dispositif de compression (7).

- 15- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel le circuit de traitement thermique (8) rejoint le circuit de refroidissement (17) en aval du deuxième échangeur de chaleur (16).
- 5 16- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel le circuit de traitement thermique (8) comprend un dispositif de séparation (21) dont une entrée (22) est disposée en aval du deuxième échangeur de chaleur (16).
- 10 17- Système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, dans lequel le deuxième échangeur de chaleur (16) est relié à la cuve (2) par une branche de retour comprenant une terminaison (29) débouchant dans la cuve et un orifice (30) disposé sur une portion de la branche de retour présente dans la cuve.
- 18- Système de gestion (1) selon la revendication 17, dans lequel l'orifice (30) est un orifice calibré (60).
- 15 19- Système de gestion (1) selon la revendication 16, dans lequel le dispositif de séparation (21) comprend une sortie vapeur (23), le circuit de traitement thermique (8) comprenant une première voie (25) reliant la sortie vapeur (23) du dispositif de séparation (21) au circuit d'alimentation (6) en un point situé entre la cuve (2) et le premier échangeur de chaleur (14).
- 20 20- Système de gestion (1) selon la revendication 19, dans lequel le dispositif de séparation (21) comprend une sortie liquide (24), le circuit de traitement thermique (8) comprenant une deuxième voie (26) reliant la sortie liquide (24) du dispositif de séparation (21) au circuit de refroidissement (17).
- 21- Ouvrage flottant comprenant au moins une cuve (2), au moins un appareil consommateur de gaz et un système de gestion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 20.

**FIGURE 1**

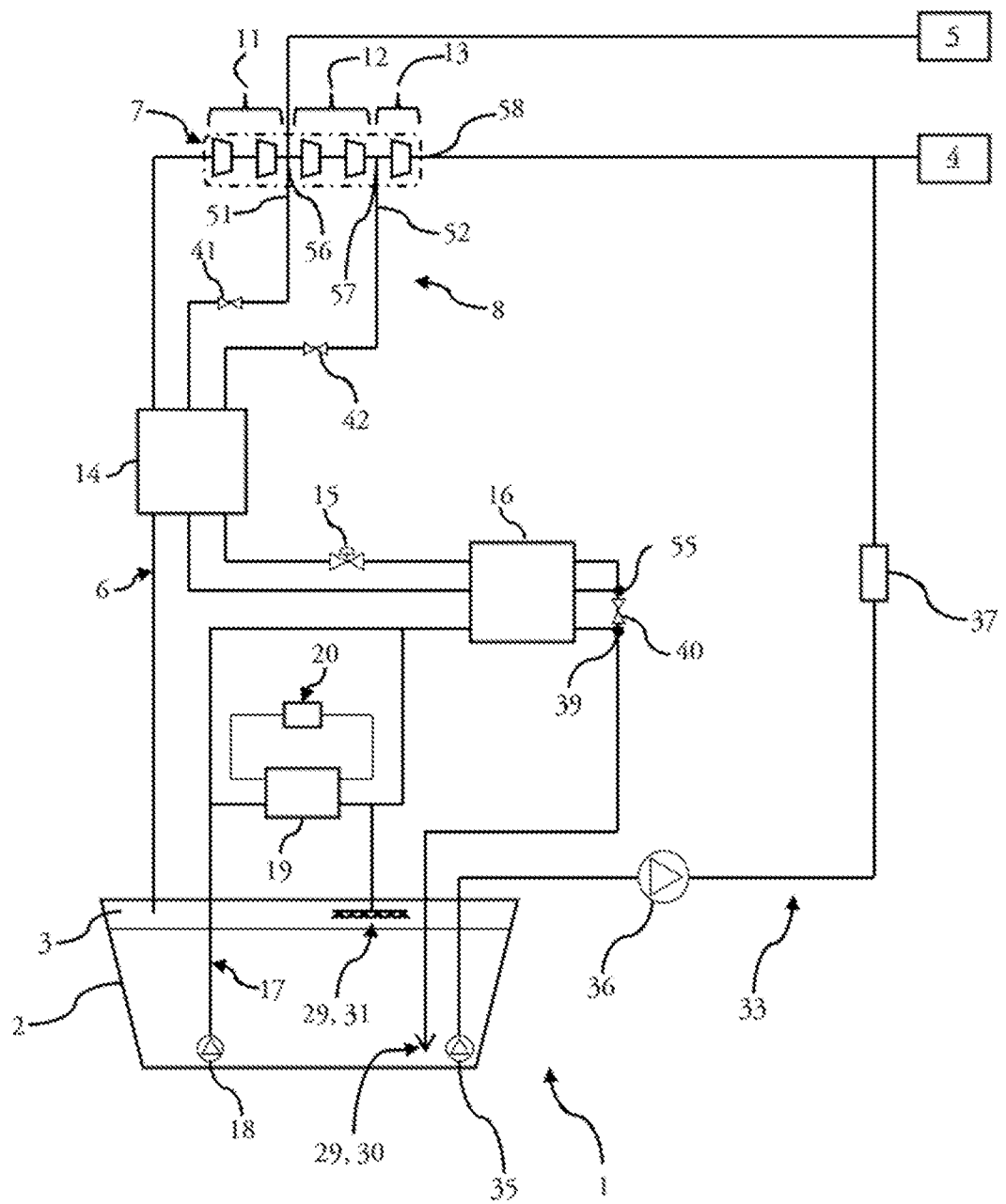
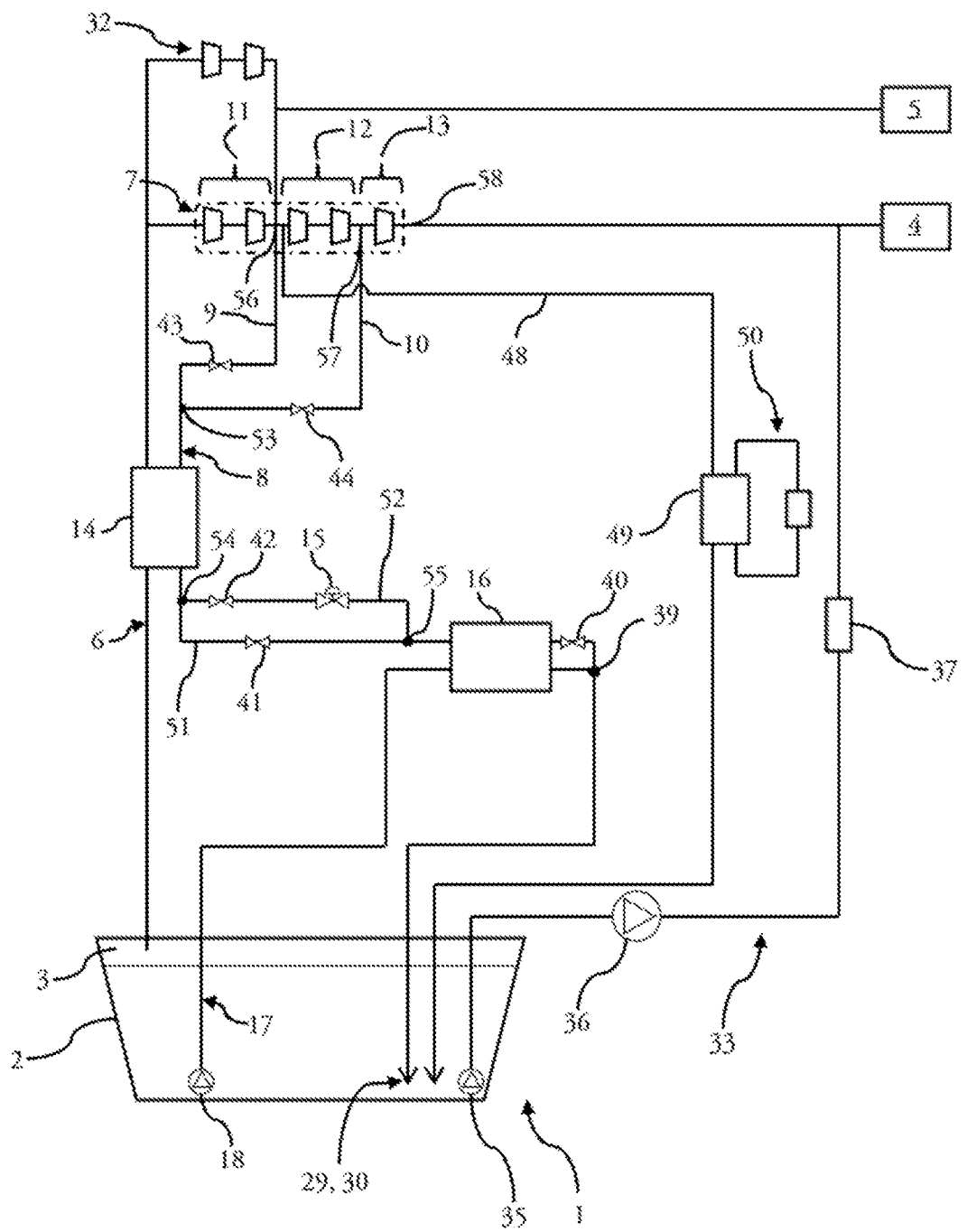
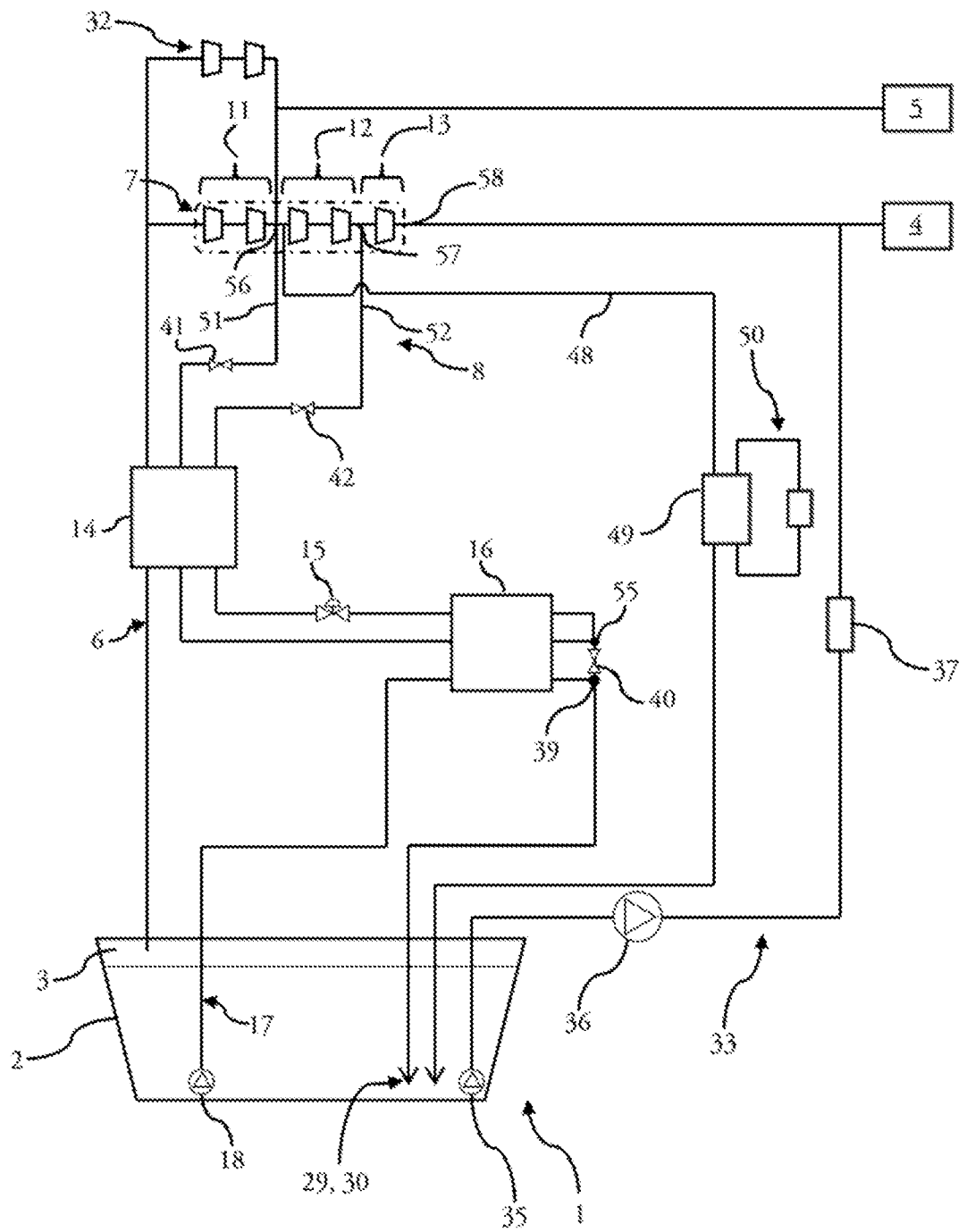


FIGURE 2

**FIGURE 3**

**FIGURE 4**

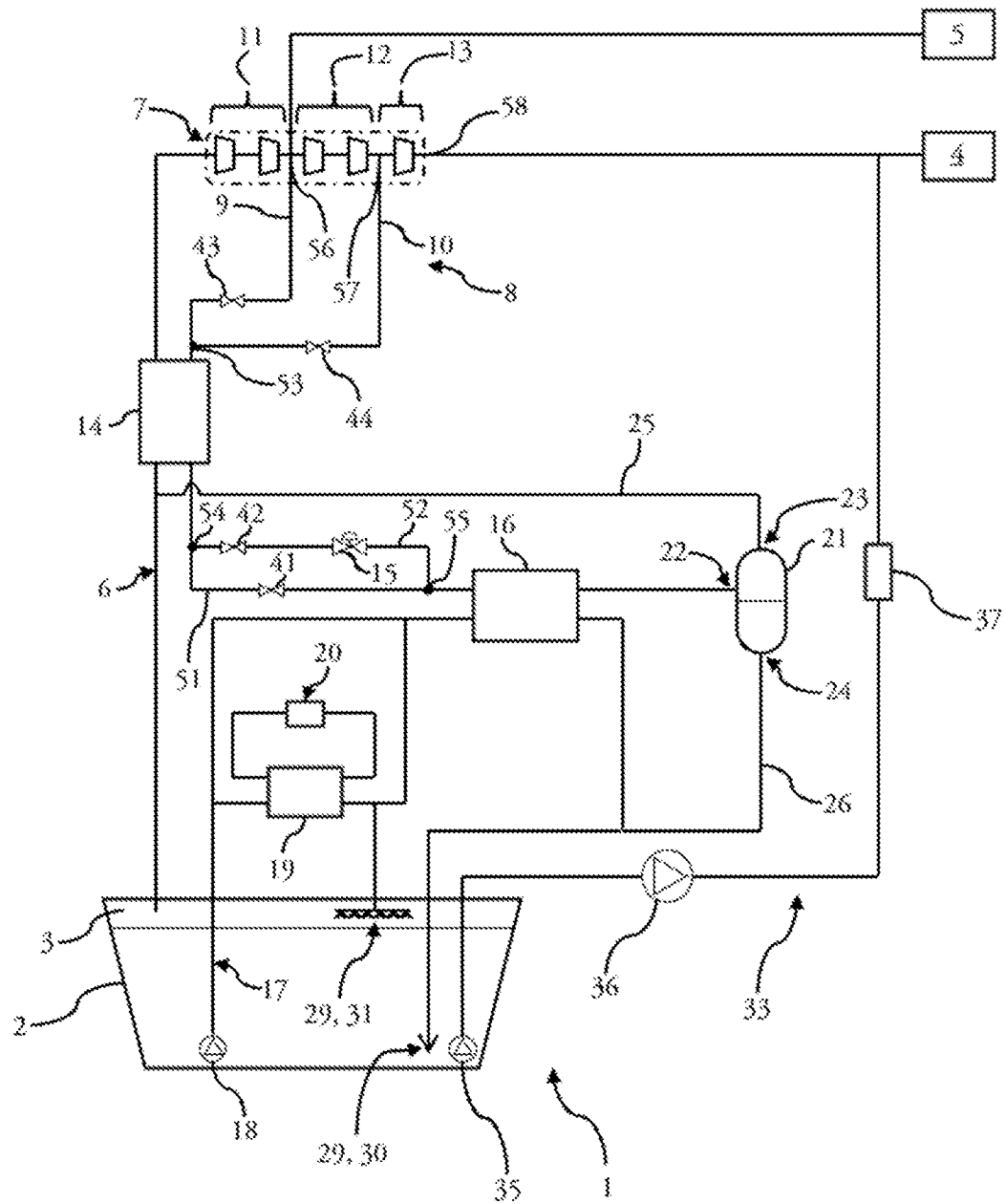
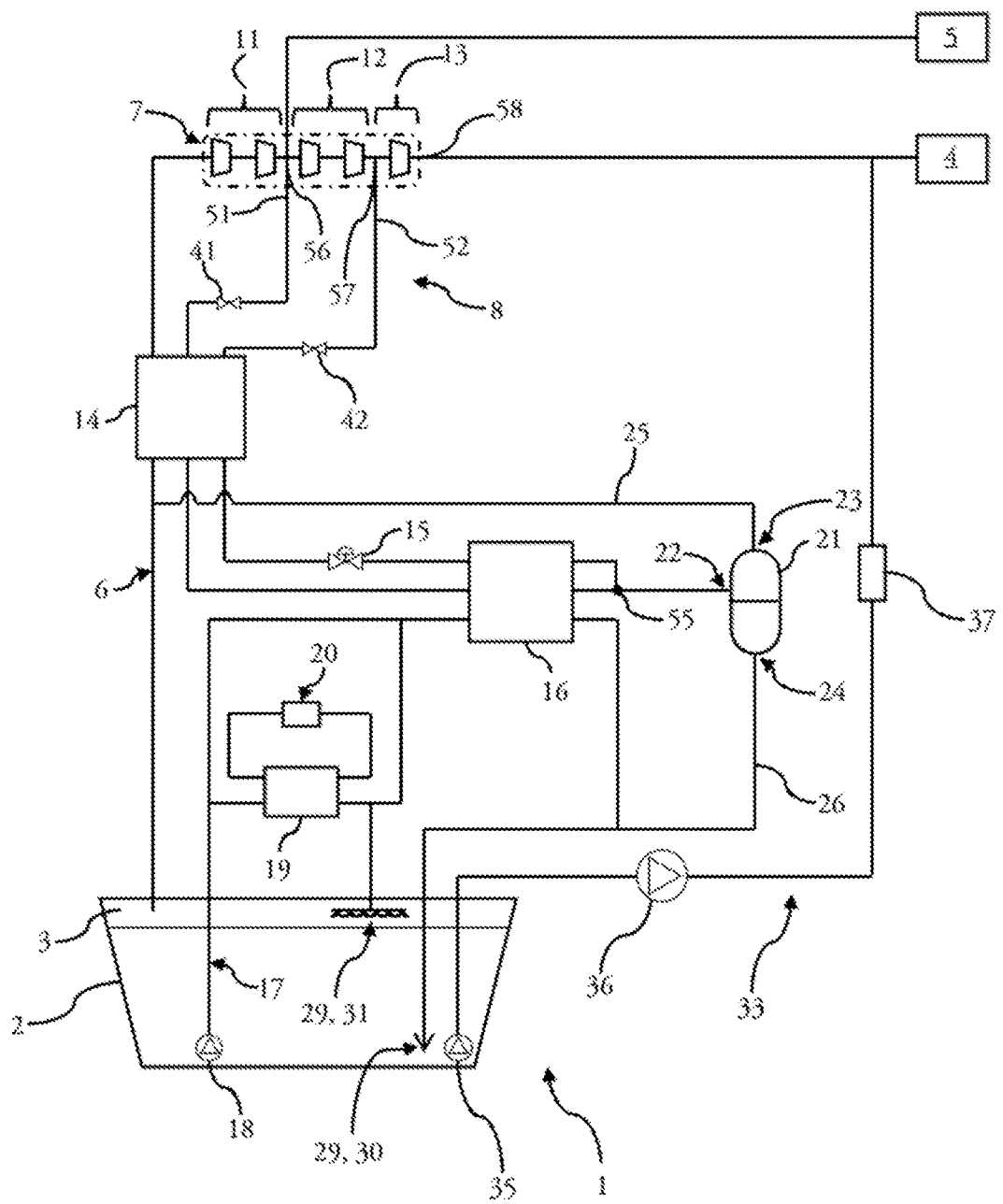


FIGURE 5

**FIGURE 6**

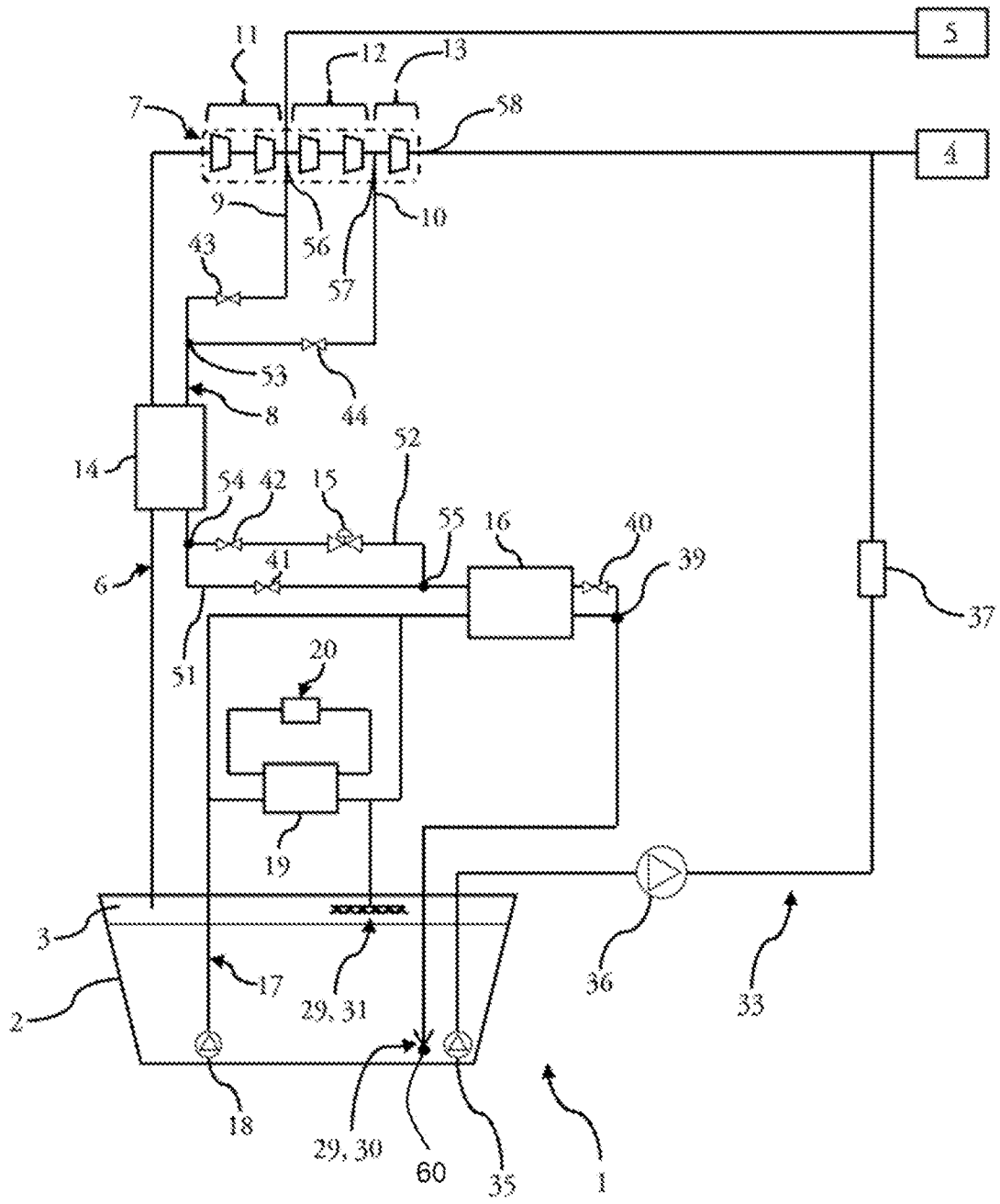


FIGURE 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2023/051508

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F17C 9/04</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F17C Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 20200067728 A (KOREA SHIPBUILDING & OFFSHORE ENG CO LTD [KR]) 12 June 2020 (2020-06-12) figures 1-7	1-21
A	WO 2022129755 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 23 June 2022 (2022-06-23) figures 1-9	1
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 January 2024		Date of mailing of the international search report 23 January 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Nicol, Boris Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2023/051508

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	20200067728	A	12 June 2020	KR	20200067724	A	12 June 2020
				KR	20200067725	A	12 June 2020
				KR	20200067726	A	12 June 2020
				KR	20200067727	A	12 June 2020
				KR	20200067728	A	12 June 2020
WO	2022129755	A1	23 June 2022	CN	116710695	A	05 September 2023
				EP	4264114	A1	25 October 2023
				FR	3118103	A1	24 June 2022
				JP	2023553727	A	25 December 2023
				KR	20230117451	A	08 August 2023
				WO	2022129755	A1	23 June 2022

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2023/051508

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F17C9/04 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F17C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	KR 2020 0067728 A (KOREA SHIPBUILDING & OFFSHORE ENG CO LTD [KR]) 12 juin 2020 (2020-06-12) figures 1-7	1-21
A	WO 2022/129755 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 23 juin 2022 (2022-06-23) figures 1-9	1
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 10 janvier 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 23/01/2024
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Nicol, Boris

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2023/051508

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
KR 20200067728 A	12-06-2020	KR 20200067724 A	12-06-2020
		KR 20200067725 A	12-06-2020
		KR 20200067726 A	12-06-2020
		KR 20200067727 A	12-06-2020
		KR 20200067728 A	12-06-2020

WO 2022129755 A1	23-06-2022	CN 116710695 A	05-09-2023
		EP 4264114 A1	25-10-2023
		FR 3118103 A1	24-06-2022
		JP 2023553727 A	25-12-2023
		KR 20230117451 A	08-08-2023
WO 2022129755 A1	23-06-2022		
