(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 060 708***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **16 63065**

(51) Int Cl[8] : ***F 17 C 13/02*** *(2017.01)*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 21.12.16.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 22.06.18 Bulletin 18/25.

(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) :** *ENGIE Société anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** GUEDACHA HICHAM.

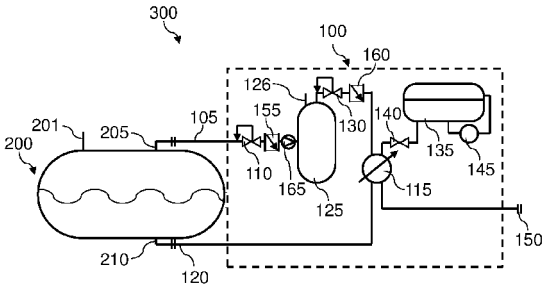
(73) **Titulaire(s) :** ENGIE Société anonyme.

(74) **Mandataire(s) :** CASSIOPI Société à responsabilité limitée.

(54) DISPOSITIF, SYSTEME ET PROCEDE DE REGULATION DE LA PRESSION POUR UN RESERVOIR DE STOCKAGE DE GAZ NATUREL LIQUEFIE.

(57) Le dispositif (100) de régulation de la pression pour un réservoir (200) de stockage de gaz naturel liquéfié, comporte :

- une conduite (105) de transfert de gaz d'évaporation de gaz naturel liquéfié configurée pour être fixée à une sortie (205) pour gaz d'évaporation du réservoir, cette conduite de transfert étant munie d'un premier déverseur (110) activé lorsque la pression du gaz d'évaporation dans le réservoir est supérieure à une première valeur limite prédéterminée, dite « Pi »,
- un échangeur (115) de chaleur pour refroidir et/ou liquéfier le gaz d'évaporation, déversé depuis le réservoir et
- une conduite (120) de retour de gaz d'évaporation liquéfié reliée à l'échangeur de chaleur, la conduite de retour étant configurée pour être fixée à une entrée (210) pour gaz d'évaporation liquéfié du réservoir.



FR 3 060 708 - A1

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention vise un dispositif, système et procédé de régulation de la pression pour un réservoir de stockage de gaz naturel liquéfié. Elle s'applique, notamment, au domaine du transport de gaz naturel liquéfié par un véhicule ou à tout réservoir de stockage cryogénique mobile ou immobile, pressurisé ou non pressurisé.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

Aujourd'hui, le gaz naturel liquéfié (ci-après « GNL ») est transporté par voie routière en utilisant des réservoirs de stockage cryogéniques pressurisés. Au cours de cette phase de transport, le GNL se vaporise sous l'effet des entrées de chaleur tout au long de la paroi externe du réservoir.

On appelle le GNL vaporisé « gaz d'évaporation » (traduit de l'anglais « Boil-off gas », abrévié « BOG »). Ce gaz d'évaporation est également appelé « ciel gazeux » dans un réservoir de GNL. L'accumulation temporelle de gaz d'évaporation entraîne une augmentation de pression à l'intérieur du réservoir à mesure du transport du GNL.

En cas de dépassement d'une valeur seuil maximale de pression, pour laquelle le réservoir a été dimensionné, le gaz d'évaporation contenu dans le réservoir, constitué d'azote et de méthane, est rejeté dans l'atmosphère afin d'éviter de dégrader l'intégrité mécanique du réservoir.

Ces émissions sont dommageables pour l'environnement et posent un risque sécuritaire du fait du caractère inflammable du méthane.

OBJET DE L'INVENTION

La présente invention vise à remédier à tout ou partie de ces inconvénients.

À cet effet, selon un premier aspect, la présente invention vise un dispositif de régulation de la pression pour un réservoir de stockage de gaz naturel liquéfié, qui comporte :

- une conduite de transfert de gaz d'évaporation de gaz naturel liquéfié configurée pour être fixée à une sortie pour gaz d'évaporation du réservoir, cette conduite de transfert étant munie d'un premier déverseur activé lorsque la pression du gaz d'évaporation dans le réservoir est supérieure à une première valeur limite prédéterminée, dite « P_1 »,
- un échangeur de chaleur pour refroidir et/ou liquéfier le gaz d'évaporation, déversé depuis le réservoir, et
- une conduite de retour de gaz d'évaporation liquéfié reliée à l'échangeur de chaleur, la conduite de retour étant configurée pour être fixée à une entrée pour gaz d'évaporation liquéfié du réservoir.

Grâce à ces dispositions, le gaz d'évaporation peut être refroidi et/ou liquéfié par un échangeur de chaleur au lieu d'être dispersé dans l'atmosphère lorsque la pression du réservoir est trop élevée. Ceci permet de garder le réservoir proche d'une valeur consigne de pression prédéterminée.

Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention comporte, entre la conduite de transfert et l'échangeur de chaleur :

- un volume de stockage temporaire du gaz d'évaporation et
- entre le volume de stockage et l'échangeur de chaleur :
  - un deuxième déverseur configuré pour être activé lorsque la pression du gaz d'évaporation dans le réservoir est supérieure à une deuxième valeur limite prédéterminée, dite « P_2 », supérieure à la première valeur limite P_1 ou
  - un détendeur configuré pour être activé lorsque la pression du gaz d'évaporation au niveau de l'échangeur et/ou du réservoir est inférieure à une troisième valeur limite prédéterminée, dite « P_3 », P_3 étant inférieure à P_1.

Ces modes de réalisation permettent de liquéfier le gaz d'évaporation uniquement lorsque ce gaz d'évaporation à une température donné présente une condition de pression suffisamment élevée sans pour autant contraindre la pression dans le réservoir à atteindre un niveau susceptible d'endommager ce réservoir.

Dans des modes de réalisation, le gaz d'évaporation agit en tant que corps chaud dans l'échangeur de chaleur, le corps froid étant formé d'azote liquide, le débit d'azote liquide dépendant du débit de gaz d'évaporation entrant dans l'échangeur et/ou d'une température du gaz d'évaporation en sortie de l'échangeur.

Ces modes de réalisation permettent de relâcher l'azote évaporé dans l'atmosphère sans créer de gaz à effet de serre.

Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention comporte :

- une cuve de stockage d'azote liquide et
- une vanne configurée pour alimenter l'échangeur de chaleur en azote liquide en fonction d'une valeur de débit de gaz d'évaporation captée et/ou d'une valeur de température du gaz d'évaporation captée en sortie d'échangeur, par un capteur en sortie du réservoir.

Ces modes de réalisation permettent de limiter l'alimentation de l'échangeur de chaleur aux seuls moments où du gaz d'évaporation est à refroidir et/ou liquéfier et avec un débit d'azote liquide suffisant pour refroidir et/ou liquéfier le gaz d'évaporation.

Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention comporte un moyen d'évaporation configuré pour évaporer une partie de l'azote liquide dans la cuve de manière à augmenter la pression à l'intérieur de la cuve pour provoquer l'écoulement de l'azote liquide vers l'échangeur de chaleur.

Ces modes de réalisation permettent de provoquer l'augmentation de la pression dans la cuve d'azote liquide sans introduction d'un fluide supplémentaire dans cette cuve.

Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention comporte une sortie de l'azote liquide évaporé dans l'atmosphère.

Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention comporte, en aval d'au moins un déverseur, un clapet anti-retour.

Ces modes de réalisation permettent d'éviter un écoulement inverse du gaz d'évaporation en cas de baisse de pression dans le réservoir.

Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention comporte, en aval du premier déverseur, un micro-compresseur du gaz d'évaporation.

Le micro-compresseur permet d'assurer l'écoulement du gaz vers le volume de stockage jusqu'à la pression maximale de stockage de ce volume, c'est-à-dire la pression de tarage du deuxième déverseur, P_2. Le volume de stockage a pour fonction de stocker temporairement un volume de gaz, permettant de retarder

l'usage du fluide froid et de limiter le refroidissement intermittent ou par « bouchon » de gaz.

Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention comporte un échangeur auxiliaire de chaleur, en aval de l'échangeur de chaleur, sur le chemin parcouru par le fluide froid, configuré pour vaporiser le fluide froid échauffé dans l'échangeur de chaleur.

Ces modes de réalisation permettent de garantir l'évaporation et le chauffage de la vapeur de fluide froid afin que cette vapeur, quand relâchée dans l'atmosphère, ne présente aucun risque de contact avec des opérateurs humains à proximité du dispositif.

Selon un deuxième aspect, la présente invention vise un système de régulation de la pression à l'intérieur d'un réservoir de stockage de gaz naturel liquéfié, qui comporte :

- un réservoir de stockage de gaz naturel liquéfié, comportant :
    - une sortie pour gaz d'évaporation du gaz naturel liquéfié et
    - une entrée pour gaz d'évaporation liquéfié et
- un dispositif de régulation objet de la présente invention, dans lequel :
    - la conduite de transfert est fixée à la sortie du réservoir et
    - la conduite de retour est fixée à l'entrée du réservoir.

Les buts, avantages et caractéristiques particulières du système objet de la présente invention étant similaires à ceux du dispositif objet de la présente invention, ils ne sont pas rappelés ici.

Selon un troisième aspect, la présente invention vise un procédé de régulation de la pression pour un réservoir de stockage de gaz naturel liquéfié, qui comporte :

- une étape de comparaison entre la pression à l'intérieur du réservoir et une première valeur limite prédéterminée,
- lorsque la pression à l'intérieur du réservoir est supérieure à la première valeur limite prédéterminée, dite « P_1 » :
    - une étape de transfert de gaz d'évaporation de gaz naturel liquéfié sorti du réservoir,
    - une étape d'échange de chaleur pour refroidir et/ou liquéfier le gaz d'évaporation, transféré depuis le réservoir, et
    - une étape de retour de gaz d'évaporation liquéfié dans le réservoir.

Les buts, avantages et caractéristiques particulières du procédé objet de la présente invention étant similaires à ceux du dispositif objet de la présente invention, ils ne sont pas rappelés ici.

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres avantages, buts et caractéristiques particulières de l'invention ressortiront de la description non limitative qui suit d'au moins un mode de réalisation particulier du dispositif, du système et du procédé objets de la présente invention, en regard des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente, schématiquement, un premier mode de réalisation particulier du dispositif et du système objets de la présente invention,
- la figure 2 représente, schématiquement et sous forme d'un logigramme, une succession d'étapes particulière du procédé objet de la présente invention et
- la figure 3 représente, schématiquement, un deuxième mode de réalisation particulier du dispositif et du système objets de la présente invention.

DESCRIPTION D'EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

La présente description est donnée à titre non limitatif, chaque caractéristique d'un mode de réalisation pouvant être combinée à toute autre caractéristique de tout autre mode de réalisation de manière avantageuse.

On note dès à présent que les figures ne sont pas à l'échelle.

On appelle « déverseur » un appareil de robinetterie dont le but est de diminuer la pression d'un réseau à la pression de travail visée du système. Un tel déverseur est monté en série entre la source de pression et le poste d'utilisation. Un déverseur ou réducteur de pression amont est destiné à limiter une pression dans une tuyauterie en cas de variations de pression. Il a la même fonction qu'une soupape de décharge.

Un tel déverseur peut être remplacé par un ensemble formé d'une vanne, d'un capteur de pression en amont de la vanne et d'un capteur de pression en aval de la vanne, la vanne étant activée lorsque la pression captée est supérieure à la valeur de pression limite correspondant à la pression opératoire du déverseur équivalent et lorsque la pression captée en aval est inférieure à la pression captée en amont de la vanne.

On appelle « fluide froid » un fluide dont la température est inférieure à la température du gaz naturel liquéfié à une pression donnée et susceptible de refroidir ou liquéfier partiellement ou totalement le gaz d'évaporation du gaz naturel liquéfié.

On observe, sur la figure 1, qui n'est pas à l'échelle, une vue schématique d'un mode de réalisation du dispositif 100 objet de la présente invention. Ce dispositif 100 de régulation de la pression pour un réservoir 200 de stockage de gaz naturel liquéfié, comporte :

- une conduite 105 de transfert de gaz d'évaporation de gaz naturel liquéfié configurée pour être fixée à une sortie 205 pour gaz d'évaporation du réservoir, cette conduite de transfert étant munie d'un premier déverseur 110 activé lorsque la pression du gaz d'évaporation dans le réservoir est supérieure à une première valeur limite prédéterminée, dite « P_1 »,
- un échangeur 115 de chaleur pour refroidir et/ou liquéfier le gaz d'évaporation, déversé depuis le réservoir et
- une conduite 120 de retour de gaz d'évaporation liquéfié reliée à l'échangeur de chaleur, la conduite de retour étant configurée pour être fixée à une entrée 210 pour gaz d'évaporation liquéfié du réservoir.

La fixation de la conduite de transfert 105 est réalisée, par exemple, par vissage de platines de fixation positionnées au contact l'une de l'autre et munies d'au moins un filetage pour le passage de vis. Dans des variantes, un joint d'étanchéité est positionné entre les deux platines, ce joint présentant une structure annulaire. Cette fixation peut être défaite. Cette fixation est amovible, ce qui permet un retrait du dispositif 100 du réservoir 200.

Cette conduite de transfert 105, et la fixation à la sortie 205, confèrent au dispositif 100 un caractère modulaire compatible avec tout type de réservoir 200.

Le premier déverseur 110 est configuré pour laisser passer le gaz d'évaporation quand la pression dans le réservoir 200 est supérieure à la première valeur limite prédéterminée, P_1. Cette valeur limite prédéterminée est choisie de telle manière à ne jamais dépasser la pression maximale opératoire pour laquelle le réservoir 200 a été dimensionné et varie selon le réservoir 200 auquel est fixé le dispositif 100.

Cette première valeur limite prédéterminée peut être fixée lors de la fabrication du dispositif 100 ou lors de la fixation du dispositif 100 au réservoir 200 par un opérateur via une interface de commande du premier déverseur 110. Cette interface

de commande peut-être mécanique ou numérique et, en fonction d'une interaction entre l'interface et l'opérateur, faire varier la valeur de la première valeur limite.

Le réservoir 200 comporte préférentiellement un évent 201 habituel pour toute capacité de gaz afin d'éviter les surpressions susceptibles d'endommager le réservoir 200. La première valeur limite prédéterminée est inférieure à la valeur d'activation de l'évent 201.

L'échangeur 115 est, par exemple, un échangeur à plaque dont la plaque agit comme medium d'échange de chaleur entre le gaz d'évaporation, chaud, et un fluide froid, tel de l'azote liquide ou un gaz inerte liquéfié.

Dans des variantes, l'échangeur 115 est un échangeur tubulaire, ou un échangeur à plaque ou un échangeur bobiné.

L'échangeur 115 est dimensionné, et le fluide froid choisi, de telle manière qu'à un débit donné de gaz d'évaporation dans l'échangeur 115, le gaz d'évaporation soit liquéfié en sortie.

La fixation de la conduite de retour 120 est réalisée, par exemple, par vissage de platines de fixation positionnées au contact l'une de l'autre et munies d'au moins un filetage pour le passage de vis. Dans des variantes, un joint d'étanchéité est positionné entre les deux platines, ce joint présentant une structure annulaire. Cette fixation peut être défaite. Cette fixation est amovible, ce qui permet un retrait du dispositif 100 du réservoir 200.

Cette conduite de retour 120, et la fixation à l'entrée 210, confèrent au dispositif 100 un caractère modulaire compatible avec tout type de réservoir 200.

Dans des modes de réalisation préférentiels, tel que celui représenté en figures 1 et 3, le dispositif, 100 ou 600, comporte, entre la conduite 105 de transfert et l'échangeur 115 de chaleur :

- un volume 125 de stockage temporaire du gaz d'évaporation et
- entre le volume de stockage et l'échangeur de chaleur :
    - un deuxième déverseur 130 configuré pour être activé lorsque la pression du gaz d'évaporation dans le réservoir est supérieure à une deuxième valeur limite prédéterminée, dite « P_2 », supérieure à la première valeur limite P_1 ou
    - un détendeur 630 configuré pour être activé lorsque la pression du gaz d'évaporation au niveau de l'échangeur et/ou du réservoir est inférieure

à une troisième valeur limite prédéterminée, dite « P_3 », P_3 étant inférieure à P_1.

Le volume 135 de stockage de fluide froid est dimensionné afin de disposer suffisamment de fluide froid pour refroidir/liquéfier le gaz d'évaporation issu du volume 125 et garantir l'absence d'émissions pendant la durée totale d'un trajet du réservoir 200 a minima.

Le deuxième déverseur 130 est configuré pour laisser passer le gaz d'évaporation contenu dans le volume 125 de stockage quand la pression dans ce volume 125 est supérieure à la deuxième valeur limite prédéterminée P_2. Cette deuxième valeur limite prédéterminée est choisie de telle manière soit supérieure à la somme de la première valeur limite prédéterminée P_1, de la perte de charge provoquée par la circulation de gaz dans les conduites, 105 et 120, de la perte de charge dans l'échangeur 115 thermique. Ainsi, cette deuxième valeur limite prédéterminée varie selon le réservoir 200 auquel est fixé le dispositif 100. Une marge, correspondant à la perte de charge estimée du circuit doit être ajoutée à cette somme pour garantir un débit d'injection suffisant à l'intérieur du réservoir 200.

Le volume 125 comporte préférentiellement un évent 126 habituel pour toute capacité de gaz afin d'éviter les surpressions susceptibles d'endommager le volume 125. La deuxième valeur limite prédéterminée est inférieure à la valeur d'activation de l'évent 126.

Cette deuxième valeur limite prédéterminée peut être fixée lors de la fabrication du dispositif 100 ou lors de la fixation du dispositif 100 au réservoir 200 par un opérateur via une interface de commande du deuxième déverseur 130. Cette interface de commande peut-être mécanique ou numérique et, en fonction d'une interaction entre l'interface et l'opérateur, faire varier la valeur de la deuxième valeur limite.

Lorsque le dispositif 600 comporte un détendeur 630, ce détendeur est actionné en fonction d'une pression de gaz d'évaporation mesurée en aval du détendeur 630, cette pression étant représentative de la pression du gaz d'évaporation dans l'échangeur 115 ou de la pression du gaz dans le réservoir 200.

Dans des modes de réalisation préférentiels, tel que celui représenté en figure 1, le gaz d'évaporation agit en tant que corps chaud dans l'échangeur de chaleur, le corps froid étant formé d'azote liquide, le débit d'azote liquide dépendant du débit de

gaz d'évaporation entrant dans l'échangeur 115 et/ou d'une température du gaz d'évaporation en sortie de l'échangeur 115.

Dans des modes de réalisation préférentiels, tel que celui représenté en figure 1, le dispositif 100 comporte :

- une cuve 135 de stockage d'azote liquide et
- une vanne 140 configurée pour alimenter l'échangeur 115 de chaleur en azote liquide en fonction d'une valeur de débit de gaz d'évaporation captée et/ou d'une valeur de température du gaz d'évaporation captée en sortie d'échangeur 115, par un capteur 141 en sortie du réservoir.

Cet asservissement peut être réalisé par l'adjonction, au dispositif 100, d'un capteur :

- de débit de gaz d'évaporation en sortie du réservoir 125 et/ou
- de débit de gaz d'évaporation entrant dans la conduite 105 et/ou
- de pression du gaz d'évaporation dans le réservoir 125 et/ou
- de température du gaz d'évaporation entrant dans la conduite 105 et/ou
- de température du gaz d'évaporation quittant l'échangeur de chaleur 115.

Dans des modes de réalisation préférentiels, tel que celui représenté en figure 1, le dispositif 100 comporte un moyen 145 d'évaporation configuré pour évaporer une partie de l'azote liquide dans la cuve 135 de manière à augmenter la pression à l'intérieur de la cuve pour provoquer l'écoulement de l'azote liquide vers l'échangeur de chaleur.

Le moyen d'évaporation 145 est formé, par exemple, d'une conduite d'extraction d'azote liquide contenu dans la cuve 135, d'un échangeur de chaleur avec un fluide chaud, par rapport à l'azote liquide, tel de l'air ou de l'eau ou une résistance électrique par exemple, pour vaporiser l'azote liquide et d'une conduite d'injection de l'azote liquide vaporisé dans la cuve 135.

Dans des modes de réalisation préférentiels, tel que celui représenté en figure 1, le dispositif 100 comporte une sortie 150 de l'azote liquide évaporé dans l'atmosphère.

Dans des modes de réalisation préférentiels, tel que celui représenté en figure 1, le dispositif 100 comporte, en aval d'au moins un déverseur, 110 et/ou 130, un clapet anti-retour, 155 et/ou 160.

Dans des modes de réalisation préférentiels, tel que celui représenté en figure 1, le dispositif 100 comporte, en aval du premier déverseur 110, un micro-compresseur 165 du gaz d'évaporation.

Ce micro-compresseur 165 peut être équipé d'une conduite de recyclage pour assurer, en entrée du micro-compresseur, un débit minimal permettant la mise en œuvre dudit micro-compresseur.

Ce micro-compresseur est configuré pour porter le gaz d'évaporation à une pression comprise entre la pression d'activation du premier déverseur 110 et la pression d'activation du deuxième déverseur 130 ou 630.

Dans des modes de réalisation préférentiels, tel que celui représenté en figure 3, le dispositif objet de la présente invention comporte, un échangeur 116 auxiliaire de chaleur, en aval de l'échangeur 115 de chaleur, sur le chemin parcouru par le fluide froid, configuré pour vaporiser le fluide froid échauffé dans l'échangeur 115 de chaleur.

L'échangeur auxiliaire 116 de chaleur a pour objectif de vaporiser et d'échauffer les résidus de fluide froid en sortie de l'échangeur 115.

On observe, également en figure 1, un mode de réalisation particulier du système 300 objet de la présente invention. Ce système 300 de régulation de la pression à l'intérieur d'un réservoir 200 de stockage de gaz naturel liquéfié, comporte :

- un réservoir 200 de stockage de gaz naturel liquéfié, comportant :
  - une sortie 205 pour gaz d'évaporation du gaz naturel liquéfié et
  - une entrée 210 pour gaz d'évaporation liquéfié et
- un dispositif 100 de régulation tel que décrit en regard dans la figure 1, dans lequel :
  - la conduite 105 de transfert est fixée à la sortie du réservoir et
  - la conduire 120 de retour est fixée à l'entrée du réservoir.

On observe, en figure 2, sous forme d'un logigramme, une succession d'étapes particulière du procédé 400 objet de la présente invention. Ce procédé 400 de régulation de la pression pour un réservoir de stockage de gaz naturel liquéfié, comporte :

- une étape 405 de comparaison entre la pression à l'intérieur du réservoir et une première valeur limite prédéterminée,

- lorsque la pression à l'intérieur du réservoir est supérieure à la première valeur limite prédéterminée, dite « P_1 » :
    - une étape 410 de transfert de gaz d'évaporation de gaz naturel liquéfié sorti du réservoir,
    - une étape 415 d'échange de chaleur pour refroidir et/ou liquéfier le gaz d'évaporation, transféré depuis le réservoir et
    - une étape 420 de retour de gaz d'évaporation liquéfié dans le réservoir.

Ce procédé 400 est réalisé, par exemple, par la mise en œuvre du dispositif 100 tel que décrit en regard de la figure 1 ou du dispositif 600 tel que décrit en regard de la figure 1.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (100) de régulation de la pression pour un réservoir (200) de stockage de gaz naturel liquéfié, caractérisé en ce qu'il comporte :

- une conduite (105) de transfert de gaz d'évaporation de gaz naturel liquéfié configurée pour être fixée à une sortie (205) pour gaz d'évaporation du réservoir, cette conduite de transfert étant munie d'un premier déverseur (110) activé lorsque la pression du gaz d'évaporation dans le réservoir est supérieure à une première valeur limite prédéterminée, dite « P_1 »,
- un échangeur (115) de chaleur pour refroidir et/ou liquéfier le gaz d'évaporation, déversé depuis le réservoir, et
- une conduite (120) de retour de gaz d'évaporation liquéfié reliée à l'échangeur de chaleur, la conduite de retour étant configurée pour être fixée à une entrée (210) pour gaz d'évaporation liquéfié du réservoir.

2. Dispositif (100) selon la revendication 1, qui comporte, entre la conduite (105) de transfert et l'échangeur (115) de chaleur :

- un volume (125) de stockage temporaire du gaz d'évaporation et
- entre le volume de stockage et l'échangeur de chaleur :
  - un deuxième déverseur (130) configuré pour être activé lorsque la pression du gaz d'évaporation dans le réservoir est supérieure à une deuxième valeur limite prédéterminée, supérieure à la première valeur limite ou
  - un détendeur (630) configuré pour être activé lorsque la pression du gaz d'évaporation au niveau de l'échangeur et/ou du réservoir est inférieure à une troisième valeur limite prédéterminée, dite « P_3 », P_3 étant inférieure à P_1.

3. Dispositif (100) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel le gaz d'évaporation agit en tant que corps chaud dans l'échangeur de chaleur, le corps froid étant formé d'azote liquide, le débit d'azote liquide dépendant du débit de gaz d'évaporation entrant dans l'échangeur (115) ou d'une température de sortie du gaz d'évaporation en sortie de l'échangeur.

4. Dispositif (100) selon la revendication 3, qui comporte :
- une cuve (135) de stockage d'azote liquide et
- une vanne (140) configurée pour alimenter l'échangeur de chaleur en azote liquide en fonction d'une valeur de débit de gaz d'évaporation capté et/ou d'une valeur de température du gaz d'évaporation captée en sortie d'échangeur, par un capteur (141) en sortie du réservoir.

5. Dispositif (100) selon l'une des revendications 3 ou 4, qui comporte un moyen (145) d'évaporation configuré pour évaporer une partie de l'azote liquide dans la cuve (135) de manière à augmenter la pression à l'intérieur de la cuve pour provoquer l'écoulement de l'azote liquide vers l'échangeur de chaleur.

6. Dispositif (100) selon l'une des revendications 3 à 5, qui comporte une sortie (150) de l'azote liquide évaporé dans l'atmosphère.

7. Dispositif (100) selon l'une des revendications 1 à 6, qui comporte, en aval d'au moins un déverseur (110, 130), un clapet anti-retour (155, 160).

8. Dispositif (100) selon l'une des revendications 1 à 7, qui comporte, en aval du premier déverseur (110), un micro-compresseur (165) du gaz d'évaporation.

9. Dispositif (100) selon l'une des revendications 1 à 8, qui comporte un échangeur (116) auxiliaire de chaleur, en aval de l'échangeur (115) de chaleur, sur le chemin parcouru par le fluide froid, configuré pour vaporiser le fluide froid échauffé dans l'échangeur (115) de chaleur.

10. Système (300, 500) de régulation de la pression à l'intérieur d'un réservoir (200) de stockage de gaz naturel liquéfié, caractérisé en ce qu'il comporte :
- un réservoir de stockage de gaz naturel liquéfié, comportant :
  - une sortie (205) pour gaz d'évaporation du gaz naturel liquéfié et
  - une entrée (210) pour gaz d'évaporation liquéfié et
- un dispositif (100) de régulation selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel :
  - la conduite (105) de transfert est fixée à la sortie du réservoir et

- la conduire (120) de retour est fixée à l'entrée du réservoir.

11. Procédé (400) de régulation de la pression pour un réservoir de stockage de gaz naturel liquéfié, caractérisé en ce qu'il comporte :

- une étape (405) de comparaison entre la pression à l'intérieur du réservoir et une première valeur limite prédéterminée, dite « P_1 »,
- lorsque la pression à l'intérieur du réservoir est supérieure à la première valeur limite prédéterminée :
  - une étape (410) de transfert de gaz d'évaporation de gaz naturel liquéfié sorti du réservoir,
  - une étape (415) d'échange de chaleur pour refroidir et/ou liquéfier le gaz d'évaporation, transféré depuis le réservoir et
  - une étape (420) de retour de gaz d'évaporation liquéfié dans le réservoir.

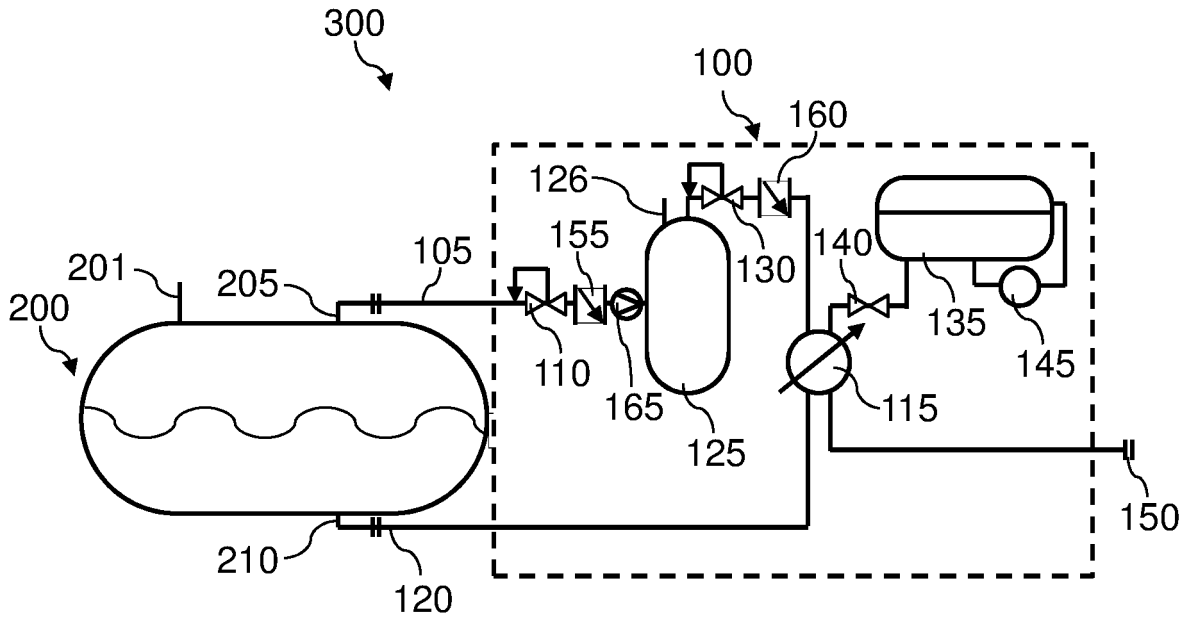


Figure 1

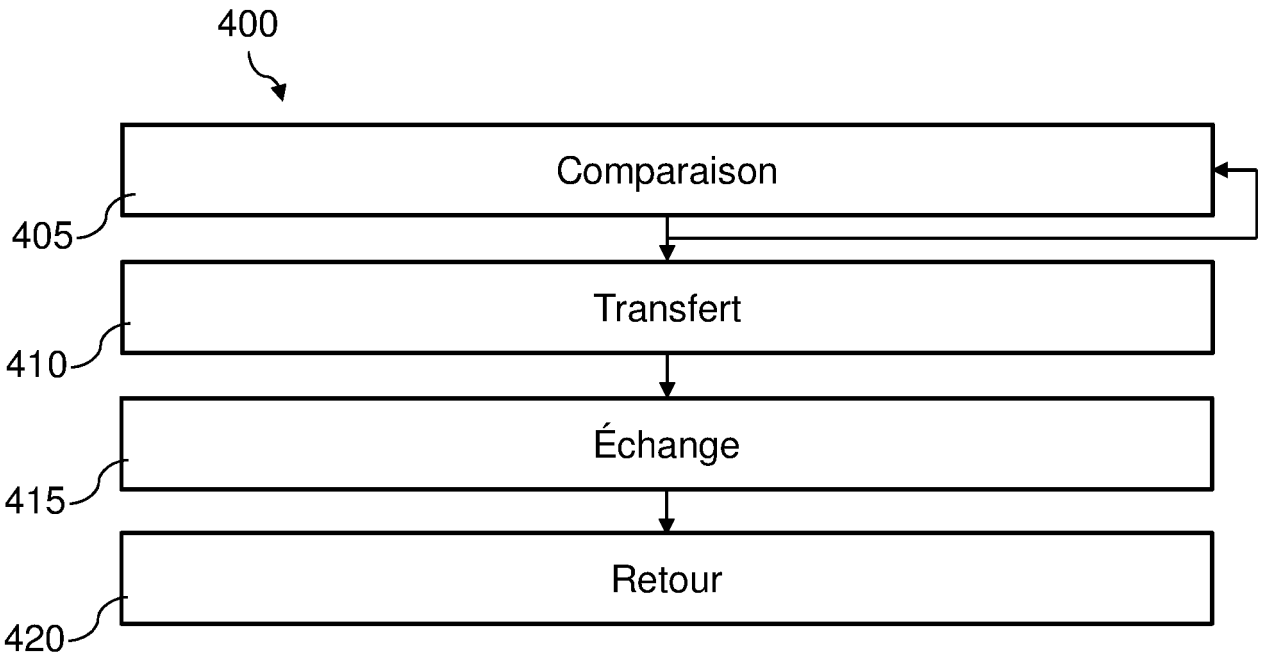


Figure 2

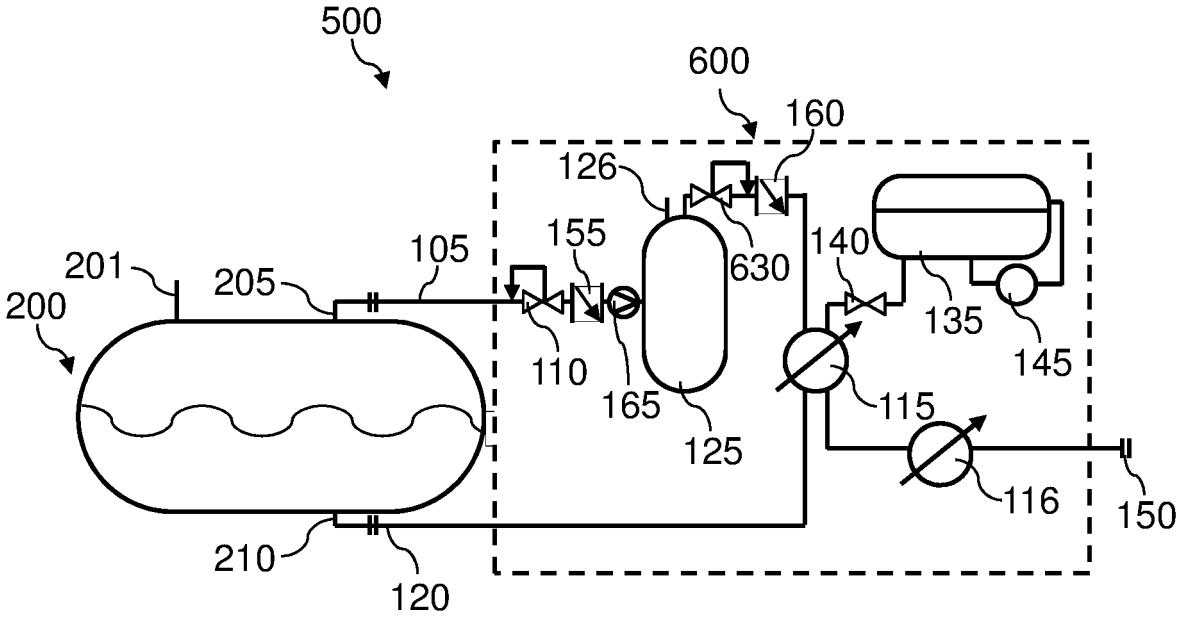

500
600
160
126
155
105
201
205
200
630
140
110
165
125
135
145
115
116
150
210
120

Figure 3

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 833826
FR 1663065

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 Y	US 2015/219391 A1 (SAUER RICHARD A [US] ET AL) 6 août 2015 (2015-08-06) * alinéas [0048] - [0052]; figure 1 * -----	1,3,4, 6-11 5	F17C13/02
X	EP 2 196 722 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]; CHUBU ELECTRIC POWER [JP]) 16 juin 2010 (2010-06-16) * alinéas [0052] - [0067]; figure 3 * -----	1,3,4,7, 10,11	
X	US 2015/377550 A1 (SAKAI YUKITOMO [JP]) 31 décembre 2015 (2015-12-31) * alinéas [0025] - [0030]; figure 1 * -----	1,8,10, 11	
X	US 2014/123699 A1 (DUCKETT ALAN RODERICK [GB]) 8 mai 2014 (2014-05-08) * alinéas [0061] - [0066]; figure 1 * -----	1,10,11	
Y	FR 2 841 963 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 9 janvier 2004 (2004-01-09) * le document en entier * -----	5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F17C

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
18 juillet 2017	Ott, Thomas

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1663065 FA 833826

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 18-07-2017
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2015219391 A1	06-08-2015	US 2015219280 A1	06-08-2015
		US 2015219391 A1	06-08-2015
		US 2015219393 A1	06-08-2015
EP 2196722 A1	16-06-2010	CN 101796343 A	04-08-2010
		EP 2196722 A1	16-06-2010
		JP 5148319 B2	20-02-2013
		JP 2009204080 A	10-09-2009
		KR 20100043199 A	28-04-2010
		US 2010170297 A1	08-07-2010
		WO 2009107743 A1	03-09-2009
US 2015377550 A1	31-12-2015	CN 105164462 A	16-12-2015
		JP 2014224553 A	04-12-2014
		US 2015377550 A1	31-12-2015
		WO 2014185248 A1	20-11-2014
US 2014123699 A1	08-05-2014	CN 103703299 A	02-04-2014
		CN 105202366 A	30-12-2015
		EP 2742276 A1	18-06-2014
		JP 2014514513 A	19-06-2014
		KR 20140049981 A	28-04-2014
		SG 193624 A1	29-11-2013
		US 2014123699 A1	08-05-2014
		WO 2012136991 A1	11-10-2012
FR 2841963 A1	09-01-2004	AT 453829 T	15-01-2010
		AU 2003260622 A1	23-01-2004
		CA 2491022 A1	15-01-2004
		EP 1521933 A2	13-04-2005
		FR 2841963 A1	09-01-2004
		WO 2004005791 A2	15-01-2004

EPO FORM P0465