



- (51) Classification internationale des brevets :
G01F 1/74 (2006.01) *F17C 7/02* (2006.01)
G01F 15/08 (2006.01) *F17C 13/00* (2006.01)
G01F 1/00 (2006.01) *F17C 13/02* (2006.01)

- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/051083

- (22) Date de dépôt international :
15 mai 2012 (15.05.2012)

- (25) Langue de dépôt : français

- (26) Langue de publication : français

- (30) Données relatives à la priorité :
1154550 25 mai 2011 (25.05.2011) FR

- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE** [FR/FR]; 75, Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

- (72) Inventeurs; et

- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **DALLAIS, Antony** [FR/FR]; 6 rue Théodore de Banville, F-91120 Palaiseau (FR). **DUBREUIL, Thierry** [FR/FR]; 7 Bis rue du Point du Jour, F-78910 Boisssets (FR). **PATHIER, Didier** [FR/FR]; 27, rue Cézanne, F-78960 Voisins Le Bretonneux (FR). **YOUBI-IDRISSI, Mohammed** [MA/FR]; 7, square Yves du Manoir, F-91300 Massy (FR).

- (74) Mandataire : **MELLUL-BENDELAC, Sylvie**; L'air Liquide S.A., Direction Propriété Intellectuelle, 75, Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,

[Suite sur la page suivante]

- (54) Title : FLOWMETER FOR TWO-PHASE GAS/LIQUID CRYOGENIC FLUIDS

- (54) Titre : DÉBITMÈTRE POUR FLUIDES DIPHASIQUES CRYOGENIQUES GAZ/LIQUIDE

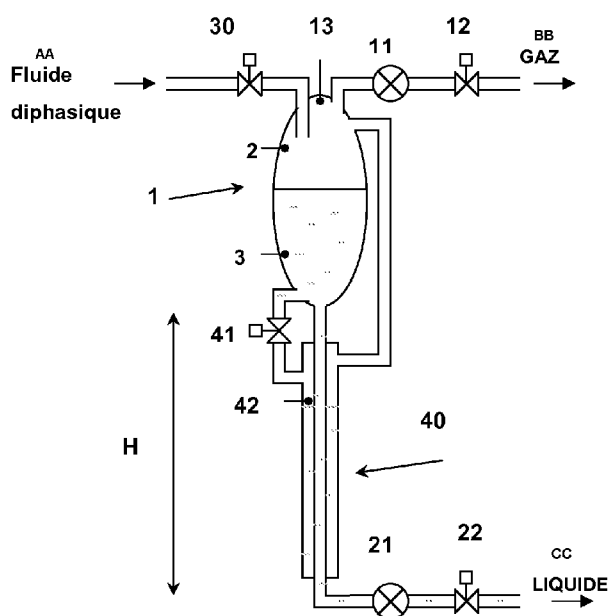


Figure 2

BB Gas
CC Liquid
AA Two-phase fluid

(57) Abstract : The invention relates to a flowmeter for two-phase gas/liquid cryogenic fluids, comprising: a liquid/gas phase separator, preferably consisting of a tank (1), into the top part of which the cryogenic liquid is admitted; a liquid flow-rate sensor (21), located in a liquid duct in fluid communication with the bottom part of the tank, the tank being placed in a high position (H) in space relative to the liquid flow-rate sensor (21); a gas duct, in fluid communication with the top part of the tank, equipped with a gas valve (12); and a device for measuring the level of liquid in the tank, preferably comprising two level sensors: a lower level sensor (3) and an upper level sensor (2).

(57) Abrégé : L'invention concerne un débitmètre pour fluides diphasiques cryogéniques gaz/liquide comprenant: - un séparateur de phases liquide/gaz, préférentiellement constitué d'une cuve (1), dans la partie supérieure de laquelle est admis le liquide cryogénique; - un capteur de débit liquide (21), situé sur une canalisation liquide en communication de fluide avec la partie basse de la cuve, la cuve étant placée en position haute (H) dans l'espace par rapport au capteur de débit liquide (21); - une canalisation

[Suite sur la page suivante]



SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

Publiée :

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

Débitmètre pour fluides diphasiques cryogéniques gaz/liquide

La présente invention concerne le domaine des débitmètres pour fluides diphasiques gaz/liquide.

La mesure de débit d'un fluide diphasique composé d'un liquide et d'un gaz est une opération difficile lorsque l'on cherche à mesurer un débit massique. En effet, tous les capteurs mesurant un débit sont perturbés lorsqu'ils sont mis en présence d'un liquide diphasique dont la densité change continuellement. Ceci est en particulier valable pour la mesure de débit des fluides cryogéniques comme l'azote liquide.

Sur le marché de l'instrumentation on trouve différents systèmes de mesure de débit, certains de ces débitmètres sont basés sur la mesure de la vitesse du fluide. Il s'agit par exemple :

- des débitmètres dits « à turbine » : une turbine est installée dans le fluide en mouvement et la vitesse de rotation de la turbine donne une image de la vitesse du fluide.
- des débitmètres dits « à tube de Pitot » : deux tubes sont installés dans le fluide en mouvement à mesurer. Un tube est installé perpendiculairement au débit et donne la pression statique, l'autre est installé parallèlement au débit et donne la pression dynamique totale. La différence de pression dynamique entre ces deux mesures permet de calculer le débit.
- des débitmètres dits « à ultrasons » : certains utilisent l'effet Doppler (analyse de la fréquence réfléchiée par les particules du fluide qui donne une image de la vitesse de la particule et donc du fluide) tandis que d'autres mesurent une différence de temps de parcours d'une onde ultrasonore de l'amont vers l'aval et de l'aval vers l'amont (image de la vitesse du fluide).

Dans tous ces cas, lorsque la densité du fluide varie continuellement, le passage du débit volumique au débit massique est délicat à déterminer précisément.

On trouve également sur le marché d'autres systèmes qui utilisent la mesure de perte de charge (perte de pression) pour en déduire le débit. Il s'agit par exemple des débitmètres à orifice calibré qui mesurent la perte de charge en amont et en aval d'un orifice calibré placé dans le fluide en mouvement. La mesure de ces appareils est très perturbée lorsque le fluide n'a pas une densité constante et lorsque le taux de gaz augmente dans le liquide.

On trouve également sur le marché les débitmètres dits « électromagnétiques », qui sont applicables seulement aux fluides ayant une conductivité électrique suffisante puisqu'ils utilisent le principe de l'induction électromagnétique : un champ électromagnétique est appliqué au fluide et la force électromotrice créée (force proportionnelle au débit du fluide) est mesurée. Dans le cas de la mesure de débits de fluides cryogéniques (non conducteurs) tel que l'azote liquide, ce principe n'est pas applicable.

Les débitmètres à effet vortex sont quant à eux basés sur le phénomène de génération de tourbillons que l'on constate derrière un corps fixe non profilé placé dans un fluide en mouvement (effet Karman). La mesure des variations de pression créées par ces tourbillons donne la fréquence des tourbillons, celle-ci étant proportionnelle à la vitesse du fluide lorsque le fluide garde des propriétés constantes. Lorsque la densité du fluide varie, ici encore la mesure va être faussée.

On peut encore citer les débitmètres thermiques, qui sont eux basés sur la mesure de l'augmentation de température créée par un apport constant d'énergie. Un système à deux sondes de température mesure la différence de température entre le débit entrant et sortant du débitmètre. Entre ces deux sondes, une résistance apporte une quantité connue d'énergie. Lorsque l'on connaît la capacité calorifique du fluide en mouvement, le débit peut être calculé à partir de ces mesures. Cependant, ce principe n'est pas applicable aux

liquides diphasiques dont le comportement thermique (vaporisation du liquide) est totalement différent des liquides monophasiques.

Seul le débitmètre massique à effet Coriolis donne une mesure plus précise du débit massique d'un fluide. Le débitmètre est constitué d'un tube en U ou oméga ou courbe dans lequel circule le fluide. Le U est soumis à une oscillation latérale et la mesure du déphasage des vibrations entre les deux branches du U donne une image du débit massique. Cependant, son coût est assez élevé et lorsqu'il est utilisé à des températures très basses (l'azote liquide à -196°C par exemple) et avec un fluide dont la densité varie énormément et comportant une partie importante en phase gazeuse, il y a nécessité d'isoler fortement le système (il faut une isolation performante telle qu'une isolation sous vide par exemple) et malgré ces précautions, les mesures sont parfois faussées.

Comme on peut le constater à la lecture de ce qui précède, la mesure du débit d'un liquide diphasique et en particulier la mesure du débit d'un fluide cryogénique tel l'azote liquide, avec une précision d'au moins 3% comme cela est couramment demandé dans l'industrie n'est pas aisée à réaliser avec les systèmes actuellement disponibles sur le marché.

La littérature a alors proposé d'autres types de solutions, parmi lesquelles les systèmes basés sur le principe de la mesure du niveau d'un liquide s'écoulant dans un canal juste avant une restriction de la section de passage. Ce système, décrit dans le document US- 5 679 905, fonctionne en substance comme suit : le fluide diphasique est d'abord séparé en une phase gazeuse qui n'est pas mesurée et une phase liquide dont le débit est mesuré. Ce liquide passe dans un canal qui présente une réduction de section en sa sortie. Plus le débit est important, plus le niveau de liquide dans le canal est important et une mesure de niveau dans ce canal permet de déduire le débit instantané. Comme on le constate, ce système ne prend pas en compte le débit gazeux qui dans certaines applications est négligeable. Par contre, ce système

permet de mesurer avec une précision relativement bonne le débit de liquide sans être perturbé par le taux de gaz ce qui est le but recherché.

On remarquera au passage que pour que ce système fonctionne correctement, il doit être bien isolé des entrées de chaleur qui pourraient vaporiser une partie du liquide isolé et ainsi perturber la mesure de niveau. C'est ainsi que une isolation sous vide est utilisée dans ce système.

On remarquera aussi que pour que le système fonctionne, il doit y avoir la présence de deux phases dans le débitmètre ce qui interdit son fonctionnement avec un liquide sous refroidi (liquide franc sans phase gazeuse).

Dans le cas où la mesure des débits de liquide et de gaz est nécessaire, on utilise parfois un système qui reprend le même principe de séparation des phases avant la mesure de débit.

Ainsi, des appareils présentant le dispositif qui suit ont été proposés dans la littérature et commercialisés :

- Le liquide diphasique passe d'abord dans un séparateur de phase qui sépare la phase liquide de la phase gazeuse.
- La phase gazeuse est dirigée vers un débitmètre volumique (type turbine par exemple) avec une compensation en température.
- La phase liquide est aussi dirigée vers un débitmètre volumique (type turbine par exemple)
- Ces deux mesures de débit sont ensuite converties en mesure de masse et ajoutées.

A priori, ce dispositif est plus couteux que le précédent, on peut penser qu'il sera très précis. Dans la pratique, on constate que la mesure du débit liquide est entachée d'erreurs qui fluctuent suivant les conditions de pression et de température du liquide entrant dans le débitmètre. Ces erreurs de mesure sont dues à la présence de gaz dans la phase liquide qui traverse le débitmètre. En effet, lorsque la liquide quitte le séparateur de phase pour aller vers le débitmètre, une partie de liquide se vaporise soit à cause des entrées de chaleur soit à cause de la chute de pression due à une remontée du liquide soit

à cause d'une chute de pression due à la perte de charge créée par le débitmètre lui-même.

Enfin, pour mesurer le débit d'un liquide cryogénique, on peut aussi s'affranchir des problèmes cités ci-dessus en créant des conditions de pression et de température différentes de la pression d'équilibre (limite d'ébullition). Dans ce domaine, la méthode la plus couramment utilisée est l'augmentation de la pression du liquide. Dans la pratique, on installera par exemple un débitmètre en sortie d'une pompe cryogénique (coté haute pression). Dans ce cas, le liquide est par exemple pompé dans une cuve où il est à l'équilibre et il est monté en pression par la pompe presque sans augmentation de température. Les tuyauteries et le débitmètre qui suivent peuvent alors créer une perte de charge, cela n'aura pas pour conséquence de vaporiser le liquide pourvu que la perte de charge soit nettement inférieure à l'augmentation de pression créée par la pompe.

Dans ce cas, on peut utiliser un débitmètre classique type vortex, turbine, ou autre, dans la mesure où il supporte les basses températures.

Cette technique est parfaitement adaptée à la mesure de débit des camions de livraison d'azote par exemple. Elle est fiable et est d'un coût acceptable dans la mesure où la pompe cryogénique est requise pour d'autres raisons.

En revanche, lorsque qu'il faut mesurer le débit d'azote liquide à un point où il n'y a pas de pompe cryogénique, alors cette technique n'est plus applicable en pratique.

La présente invention s'attache alors à proposer une nouvelle solution simple et fiable de mesure du débit de fluides diphasiques gaz/liquide cryogénique, permettant de solutionner tout ou partie des problèmes techniques évoqués ci-dessus.

Comme on le verra plus en détails dans ce qui suit la solution proposée ici peut se résumer ainsi :

- Le fluide peut arriver à une pression variable mais généralement faible (typiquement entre 1 et 6 bars), et dans des conditions de pression et température à priori non connues. En particulier, la phase liquide peut être à l'équilibre (à la saturation).
- Le fluide peut être composé d'une phase liquide et d'une phase gazeuse (liquide diphasique).
- Aucun dispositif permettant d'augmenter la pression (pompe) n'est requis (ni disponible) sur l'installation.
- Le dispositif de mesure selon l'invention est positionnable en ligne, sur la canalisation d'alimentation d'un appareil cryogénique consommant le liquide cryogénique tel un tunnel cryogénique, une baratte etc...

Le dispositif proposé comprend les éléments suivants :

- Une cuve jouant le rôle de séparateur de phases installée en position haute dans l'installation (typiquement dans la gamme préférée entre 1 et 6 mètres) par rapport à un capteur de débit de la phase liquide positionné sur une canalisation amenant cette phase liquide à un équipement en aval du dispositif de mesure de débit (tel qu'un tunnel comme on l'a dit plus haut).

On pourrait utiliser bien entendu en lieu et place d'une cuve tout autre dispositif permettant de séparer la phase liquide et la phase gazeuse du fluide de départ (par exemple un tube muni de chicanes, ou encore d'un tube comportant une matière poreuse).

- Cette cuve est équipée selon un mode préféré de deux capteurs de niveau : un capteur de niveau bas et un capteur de niveau haut. A titre d'alternative à ces deux capteurs de niveau on peut également utiliser selon l'invention toute technique de mesure de niveau qui donnera la mesure du niveau de liquide dans la cuve (et notamment par exemple une mesure de différence de pression entre le haut et le bas de la cuve, ou une tige plongée dans le liquide cryogénique et reliée à une mesure de capacitance, ou encore une mesure par ultrasons de la distance entre

le haut de la cuve et la surface du liquide etc....). Dans ce cas, cette mesure de niveau sera couplée à des seuils bas et haut. Ce dispositif de mesure de niveau sera dimensionné en fonction de la gamme du débit de liquide devant alimenter l'équipement en aval.

- Un capteur de débit de la phase liquide situé plus bas (en hauteur) et en aval par rapport au séparateur de phase. Ce débitmètre peut être de type à turbine, à effet vortex ou toute autre technologie.
- Avantageusement, est présent un capteur de débit de la phase gaz auquel pourra être associée une sonde de température et une sonde de pression, phase gaz issue de la partie supérieure de la cuve (ou autre séparateur de phase). Ce débitmètre peut être de type à turbine, à effet vortex ou être de toute autre technologie. Pour plus de précision, la mesure pourra être compensée en température et en pression.
- Une vanne gaz, située en aval ou en amont du capteur de débit de la phase gaz ci-dessus évoqué quand celui-ci est présent (selon les cas, en fonction des caractéristiques du débitmètre gaz quand il est présent, la vanne gaz pourra se situer en amont ou en aval de ce capteur).
- Avantageusement, est présente une vanne liquide, située en aval ou en amont du débitmètre liquide situé sur la canalisation amenant cette phase liquide à un équipement en aval (ici encore, selon les cas, en fonction des caractéristiques du débitmètre liquide, la vanne liquide quand elle est présente pourra se situer en amont ou en aval du débitmètre).

Cette vanne liquide est fermée lorsque le niveau de liquide dans la cuve séparateur de phase est inférieur à une limite basse minimum. La sortie de fluide en passant par le débitmètre liquide sera donc interdite lorsque le débitmètre ne sera pas en charge avec du liquide franc, sans gaz.

Une mesure de phase gazeuse par le débitmètre liquide est donc exclue grâce à cette disposition.

Pour éviter une fermeture brutale de cette vanne, sa fermeture sera préférentiellement réalisée progressivement à l'approche du niveau bas (niveau de liquide dans la cuve se rapprochant de la limite basse).

Pendant la fermeture de la vanne liquide, la vanne gaz reste ouverte. L'information de fermeture de cette vanne correspondant à un diagnostic de défaut d'alimentation en azote liquide du système, cette information pourra être utilisée avantageusement par l'utilisateur pour évaluer la situation et remédier le cas échéant à ce défaut d'alimentation.

- La vanne gaz en aval (ou amont) du débitmètre gaz est fermée lorsque le niveau de liquide dans le séparateur de phase est supérieur au niveau de la limite haute. La sortie de la phase liquide par le débitmètre gaz sera donc interdite et une mesure erronée de la phase liquide par le débitmètre gaz est donc exclue grâce à cette disposition. Pour éviter une fermeture brutale de cette vanne gaz, la fermeture de la vanne gaz est préférentiellement réalisée progressivement à l'approche du niveau haut (niveau de liquide dans la cuve se rapprochant de la limite haute). Pendant la fermeture de la vanne gaz, la vanne liquide reste ouverte.
- L'ensemble est isolé thermiquement.

La présente invention concerne alors un débitmètre pour fluides diphasiques cryogéniques liquide/gaz, comprenant :

- un séparateur de phases liquide/gaz, préférentiellement une cuve, dans la partie supérieure de laquelle est admis le liquide cryogénique;
- un capteur de débit liquide, situé sur une canalisation liquide en communication de fluide avec la partie basse de la cuve, la cuve étant placée en position haute dans l'espace par rapport au capteur de débit liquide ;
- une canalisation gaz, en communication de fluide avec la partie haute de la cuve, munie d'une vanne gaz;
- un dispositif de mesure du niveau de liquide dans la cuve, comportant préférentiellement deux capteurs de niveau : un capteur de niveau bas et un capteur de niveau haut.

Le débitmètre conforme à l'invention pourra par ailleurs adopter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le débitmètre comprend de plus :
 - une vanne liquide, en amont ou en aval du débitmètre liquide sur la dite canalisation liquide ;
 - un capteur de débit de la phase gaz issue de la partie supérieure de la cuve, situé sur ladite canalisation gaz en amont ou en aval de ladite vanne gaz.
- un tube vertical ou sensiblement vertical relie la partie basse du séparateur (cuve) à la dite canalisation liquide munie du capteur de débit liquide, matérialisant la hauteur du séparateur dans l'espace, et le débitmètre comprend, autour de tout ou partie de la longueur dudit tube vertical un tube concentrique, ménageant entre le tube vertical et le tube concentrique une cavité concentrique, apte à recevoir du liquide provenant du séparateur (cuve), tandis que les gaz d'évaporation de cette cavité sont aptes à être renvoyés vers la partie supérieure du séparateur.
- tout ou partie de la hauteur de la cavité concentrique est munie de chicanes.

L'invention concerne également une méthode de mesure du débit de fluides diphasiques cryogéniques liquide/gaz, utilisant un débitmètre conforme à l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement dans la description suivante, donnée à titre illustratif mais nullement limitatif, faite en relation avec les dessins annexés pour lesquels:

- la figure 1 est une vue schématique partielle d'un mode de réalisation d'un dispositif de mesure de débits de fluides diphasiques conforme à l'invention.
- la figure 2 est une vue schématique partielle d'un autre mode de réalisation d'un dispositif de mesure de débits de fluides diphasiques conforme à l'invention.

- la figure 3 est une vue schématique partielle d'un troisième mode de réalisation d'un dispositif de mesure de débits de fluides diphasiques conforme à l'invention.

- les figures 4 à 6 montrent des comparatifs de comportement des trois dispositifs des figures 1, 2 et 3.

On reconnaît sur la figure 1 les éléments suivants :

- le fluide diphasique, par exemple de l'azote liquide arrive et est admis dans la partie supérieure d'une cuve 1, jouant le rôle de séparateur de phases (comme on l'a signalé plus haut, on pourrait utiliser d'autres modes de réalisation de séparateurs de phases qu'une telle cuve) : la cuve est installée en position haute (hauteur H : typiquement entre 1 et 6 mètres) dans l'installation par rapport à un capteur de débit 21 de la phase liquide, capteur 21 positionné sur une canalisation amenant cette phase liquide à un équipement en aval.

- on visualise alors bien la présence d'un tube vertical (ou sensiblement vertical), descendant dans l'espace, et reliant la partie basse de la cuve à la canalisation amenant la phase liquide à un équipement en aval.

- la cuve 1 est ici équipée de deux capteurs de niveau : un capteur 3 de niveau bas et un capteur 2 de niveau haut. Comme on l'a signalé plus haut, en variante à ces deux capteurs de niveau on peut également utiliser un dispositif de mesure de niveau qui donnera la mesure du niveau de liquide dans la cuve.

- le capteur de débit 21 (débitmètre) de la phase liquide peut être de type à turbine, à effet vortex ou de toute autre technologie.

- selon un mode avantageux de mise en œuvre de l'invention, une vanne liquide 22 est présente, ici en aval du débitmètre liquide 21, sur la canalisation amenant cette phase liquide à un équipement en aval (selon le type de débitmètre liquide 21 choisi, la vanne liquide 22 pourrait également être positionnée en amont de ce débitmètre 21).

- une vanne gaz 12, située sur une canalisation en communication de fluide avec la partie supérieure de la cuve (ou autre séparateur de phase).

- Selon un mode avantageux de mise en œuvre de l'invention, un capteur de débit 11 de la phase gaz (comprenant le cas échéant une sonde de température et une sonde de pression) est également présent, situé ici en amont de la vanne 12 (comme on l'a déjà dit selon la technologie de débitmètre 11 adoptée, la vanne 12 pourrait aussi être positionnée en amont du débitmètre). Ce débitmètre peut être de type à turbine, à effet vortex ou être de toute autre technologie. Pour plus de précision, la mesure pourra être compensée en température et en pression.

- Selon un mode de mise en œuvre de l'invention, la vanne liquide 22 est automatiquement fermée lorsque le niveau de liquide dans le séparateur de phase est inférieur à une limite basse minimum (capteur 3). La sortie de fluide en passant par le débitmètre liquide 21 sera donc interdite lorsque le débitmètre ne sera pas en charge avec du liquide franc, sans gaz.

De façon préférée, pour éviter une fermeture brutale de cette vanne 22, sa fermeture sera préférentiellement réalisée par un automate progressivement à l'approche du niveau bas (niveau de liquide dans la cuve se rapprochant de la limite basse entraînant une fermeture progressive).

Pendant la fermeture de la vanne liquide 22, la vanne gaz 12 reste ouverte. L'information de fermeture de cette vanne correspondant à un diagnostic de défaut d'alimentation en azote liquide du système, cette information pourra être utilisée avantageusement par l'utilisateur pour étudier la situation et le cas échéant intervenir pour remédier à ce défaut d'alimentation.

- Selon un mode de mise en œuvre de l'invention, la vanne gaz 12 en aval du débitmètre gaz 11 est automatiquement fermée lorsque le niveau de liquide dans le séparateur de phase est supérieur au niveau de la limite haute (capteur 2). La sortie de la phase liquide par le débitmètre gaz sera donc interdite et une mesure erronée de la phase liquide par le débitmètre gaz est donc exclue. De façon préférée, pour éviter une fermeture brutale de cette vanne gaz 12, la fermeture de la vanne gaz est préférentiellement réalisée par un automate progressivement à l'approche du niveau haut (niveau de liquide

dans la cuve se rapprochant de la limite haute entraînant une fermeture progressive).

Pendant la fermeture de la vanne gaz 12, la vanne liquide 22 reste ouverte.

On notera que la phase gaz extraite via l'ensemble 11/12 peut être récupérée pour être dirigée vers un poste utilisateur d'une telle phase gazeuse sur le site.

La figure 1 illustre par ailleurs la présence optionnelle d'une vanne 30 sur la canalisation amenant le fluide diphasique à la cuve 1, présence optionnelle mais intéressante lorsqu'il est utile de contrôler la pression du fluide en sortie du débitmètre (et donc alimentant le poste aval) : la vanne 30 est ajoutée à l'installation en entrée du séparateur 1, associée à un capteur de pression 13 installé dans la partie haute du séparateur de phase, cette vanne 30 sera automatiquement fermée lorsque la pression sera inférieure à la consigne et ouverte dans les autres cas.

Comme signalé plus haut, tout ou partie du dispositif est isolé, en ce sens que tous les tubes et cuves contenant le cryogène sous sa forme liquide doivent être isolés pour éviter de le vaporiser. L'isolation pourra être de type multiple, plus ou moins onéreuse (mousse, laine de roche, isolation sous vide ou autre), en gardant à l'esprit que si le système est insuffisamment isolé, il va consommer du cryogène inutilement, même si l'obtention d'une mesure précise est néanmoins obtenue.

Et dans le cas particulier du tube vertical partant de la cuve pour rejoindre le débitmètre liquide, tube matérialisant la hauteur de la cuve dans l'installation, ce tube vertical devra être correctement isolé, préférentiellement sous vide, afin de conserver l'effet de sous refroidissement recherché selon l'invention par la hauteur du tube.

Comme on le verra ci-dessous, si le tube descendant est insuffisamment isolé, on peut proposer une amélioration de cette isolation par l'installation d'un

tube concentrique formant une cavité cryogénisable autour du tube descendant, comme proposé dans le cadre des figures 2 et 3 ci-après.

La figure 2 illustre en effet un autre mode de réalisation d'un dispositif conforme à l'invention, les éléments identiques à ceux présents dans le mode de la figure 1 portent la même référence.

Ce mode de la figure 2 diffère alors par la présence d'un tube concentrique 40 autour du tube vertical partant de la cuve pour rejoindre le débitmètre liquide, ou à tout le moins autour d'une large portion de cette verticalité.

Cette option de présence du tube concentrique est tout particulièrement avantageuse lorsque le dispositif doit mesurer avec précision un débit intermittent, le tube descendant du séparateur de phase jusqu'au débitmètre liquide est alors grâce à cette disposition que nous allons maintenant détailler, maintenu en froid.

Ces débits intermittents (faible débit ou pas de débit pendant un temps donné) posent des difficultés techniques toutes particulières puisque même une toute petite entrée de chaleur peut vaporiser l'azote qui se trouve dans le tube central descendant (car l'azote circule peu ou pas à certains moments et cette faible entrée de chaleur n'est pas répartie sur un grand débit d'azote circulant).

Plus précisément, comme bien illustré sur la figure 2, entre le tube descendant du séparateur de phase jusqu'au débitmètre liquide et le deuxième tube concentrique 40 est naturellement aménagée une cavité concentrique, qui est remplie de liquide provenant de la cuve 1, tandis que les gaz d'évaporation de cette cavité sont renvoyés vers la cuve 1 (un tube relie le haut de la cavité à la phase gaz du séparateur 1), il n'y a donc bien évidemment pas de perte de fluide global, le débit d'azote prélevé pour alimenter l'entre-deux tubes se vaporise et est comptabilisé comme un débit d'azote gazeux par le capteur 11.

La cavité est équipée d'un capteur de niveau 42, qui commande l'ouverture d'une vanne d'alimentation en fluide liquide 41, permettant de maintenir un niveau sensiblement constant de liquide dans cette cavité en faisant retourner les gaz d'évaporation au séparateur de phase.

Cet arrangement permet de maintenir le liquide dont le débit doit être mesuré à l'état de liquide sous refroidi : le rôle du tube concentrique étant de créer une zone à pression plus faible donc à une température plus basse pour éviter que le liquide au centre ne se réchauffe. En l'occurrence, dans la double enveloppe créée par les deux tubes concentriques, la pression est inférieure à la pression régnant dans le tube central, la température extérieure est donc légèrement inférieure à la température intérieure. Et du fait de la pression de hauteur de liquide dans la double enveloppe, la température en bas de la double enveloppe est légèrement plus haute en bas qu'en haut.

En d'autres termes, grâce à cet arrangement concentrique, lorsqu'il y a des entrées de chaleurs (et il y a toujours des entrées de chaleurs), elles arrivent par l'extérieur et vaporisent l'azote contenue entre les deux tubes concentriques. Dès lors, l'azote circulant dans le tube central descendant, lui, ne voit pas cette entrée de chaleur, c'est l'azote « extérieur » qui absorbe ces entrées de chaleurs et ne laisse rien passer vers l'intérieur. On peut dire alors que les entrées de chaleur dans le tube central sont nulles. Il n'y a donc pas de réchauffement du fluide qui descend dans le tube central.

La figure 3 illustre un autre mode de réalisation d'un dispositif conforme à l'invention, les éléments identiques à ceux présents dans le mode de la figure 2 portent la même référence.

Ce mode de la figure 3 diffère alors en ce que l'on a cherché à encore améliorer le système de maintien en froid apporté par le tube concentrique de la figure 2, pour éviter que le liquide extérieur permettant le maintien en froid du tube central ne se réchauffe sous l'effet de la pression de la hauteur du tube. Pour ce faire, comme illustrée sur la figure 3, l'espace de la cavité (entre les deux tubes concentriques) a été aménagé à l'aide de chicanes. Seule la première chicane (la plus haute) est alimentée en liquide, lorsqu'elle déborde la

deuxième chicane se remplit etc....jusqu'à la dernière chicane qui débordera alors dans le fond de la cavité.

Le fond de la cavité est équipé d'une sonde de niveau 42, qui permet de piloter la vanne 41 d'alimentation de la première chicane.

Ce mode de la figure 3 perfectionne alors encore quelque peu le mode de la figure 2 en diminuant la pression en bas de la double enveloppe, la pression du liquide est partout la même et la température est maintenue très basse même en bas du système.

Les expérimentations menées par la Demanderesse ont permis de montrer que grâce à l'un ou l'autre de ces modes de réalisation :

- on obtient une mesure très précise de la phase gaz passant dans le débitmètre, la mesure n'étant jamais perturbée par une arrivée de liquide, ceci même quand le débitmètre est alimenté en liquide sous-refroidi.

- d'autre part, pour la mesure du débit de liquide, le fait de disposer le séparateur de phase beaucoup plus haut que le capteur de débit liquide 21 dans l'espace permet d'éliminer le phénomène de « flash » dans la tuyauterie entre le séparateur de phase et le capteur de débit liquide 21 ainsi que dans le capteur lui-même.

Ce phénomène de flash correspond à une vaporisation rapide d'une partie d'un fluide à l'équilibre d'ébullition au moment où sa pression chute. Le fait d'installer le séparateur de phase assez haut crée une pression liée à la hauteur de liquide en charge dans la tuyauterie. Or, on s'aperçoit en pratique que les pertes de charges dues à la tuyauterie et au capteur de débit 21 étant souvent inférieures à 0.1 bar, une hauteur de liquide d'environ 1m-1,20 m pour l'azote liquide par exemple sera suffisante pour les compenser.

Par sécurité, on peut même augmenter la hauteur de charge pour garantir l'absence de phénomène de flash. On obtiendra ainsi en fait un liquide sous refroidi grâce à l'augmentation de pression.

- le dispositif selon l'invention mesure donc précisément le débit de fluide gazeux d'une part, et le débit de fluide liquide (franc) d'autre part : ces débits sont des débits volumiques, qui peuvent être convertis en débits massiques si

l'on a pris la précaution d'ajouter des sondes de température et de pression et que l'on effectue le nécessaire calcul de correction (bien connu de l'homme du métier des gaz).

Munis de ces deux mesures corrigées de débit, il est possible de faire tous les calculs souhaités de taux de diphasique dans le mélange liquide/gaz, d'énergie frigorifique disponible par litre de mélange etc....

Le comportement comparatif des dispositifs décrits dans le cadre des figures 1 à 3 est explicité ci-après.

Le tableau ci-dessous montre l'effet de la hauteur de liquide sur la température d'ébullition d'un fluide cryogénique (azote liquide) pris au départ à 2 bars relatif:

Hauteur de liquide de densité 752g/litre (mm)	Pression relative obtenue avec la hauteur de liquide (barg)	Température d'ébullition (K)
0	2	87.9
1330	2.1	88.3
2660	2.2	88.6
3990	2.3	89.0
5320	2.4	89.3
6650	2.5	89.7

Sur la base des données de ce tableau, les conditions opératoires observées pour chacun des modes des figures 1 à 3 sont détaillées sur les figures 4 à 6 annexées, auxquelles on peut apporter les compléments suivants :

- figure 4 - au point X :

- Lorsque le fluide circule au point X on obtient $P = 2.3\text{barg}$ / $T = 87.9\text{K}$ et un faible risque d'ébullition. Le fluide est froid car il arrive de la cuve en hauteur où les conditions de pression et température sont $P=2\text{barg}$ $T=87.9\text{K}$. Dans ces conditions, il faut une chute de pression conséquente (0.3bar) pour créer les conditions d'apparition du flash.

- Lorsque le fluide reste immobile et se réchauffe on obtient $P = 2.3\text{barg}$ / $T = 89.0\text{K}$. Le fluide était froid mais il se réchauffe jusqu'à son point d'ébullition à 2.3barg : 89.0K. Dans ces conditions, il suffit alors d'une très légère chute de pression, à la reprise du débit par exemple pour créer les conditions d'apparition du flash dans le tube central.

En d'autres termes, le risque d'ébullition est faible lorsque le fluide circule, il est très fort lors des démarrages.

- figure 5 - au point X :

- Lorsque le fluide circule au point X on obtient $P = 2,3\text{barg}$ / $T = 87.9\text{K}$ et un faible risque d'ébullition ; ici encore le fluide est froid car il arrive de la cuve en hauteur où les conditions de pression et température sont $P=2\text{barg}$

$T=87.9K$. Dans ces conditions, il faut une chute de pression conséquente (0.3bar) pour créer les conditions d'apparition du flash.

- Lorsque le fluide reste immobile et se réchauffe on obtient $P = 2.3\text{barg}$ / $T = 88.6K$. Le fluide dans le tube central était froid mais il se réchauffe jusqu'à atteindre la température régnant entre les deux tube $T=88.6K$. A cette température, le flash apparaît à 2.2barg alors que la pression statique est de 2.3barg. Le flash apparaîtra donc dans le tube central lorsqu'une perte de charge supérieure à 0,1bar sera créée, à la reprise du débit par exemple.

En d'autres termes, le risque d'ébullition est très faible lorsque le fluide circule, il est significatif lors des démarrages.

- figure 6 - au point X :

- Lorsque le fluide circule au point X on obtient $P = 2.3\text{barg}$ / $T = 87.9K$ et un faible risque d'ébullition. Le fluide est froid car il arrive de la cuve en hauteur où les conditions de pression et température sont $P=2\text{barg}$ $T=87.9K$. Dans ces conditions, il faut une chute de pression conséquente (0.3bar) pour créer les conditions d'apparition du flash.

- Lorsque le fluide reste immobile et se réchauffe on obtient $P = 2.3\text{barg}$ / $T = 87.9K$. Le fluide dans le tube central était froid mais il se réchauffe jusqu'à atteindre la température régnant entre les deux tube $T=87.9K$. A cette température, le flash apparaît à 2.0barg alors que la pression statique est de 2.3barg. Le flash apparaîtra donc dans le tube central lorsqu'une perte de charge supérieure à 0.3bar sera créée. Cette baisse de pression étant relativement conséquente, ce phénomène sera rare.

En d'autres termes, le risque d'ébullition est ici très très faible lorsque le fluide circule, il est très faible lors des démarrages.

Comme bien montré par ce qui précède, la configuration de débitmètre proposée par la présente invention offre des performances remarquables et notamment une mesure précise du débit d'un fluide diphasique sans dispositif de mise en pression, ceci quelles que soient les conditions de pression et de température de celui-ci.

On peut penser que ces performances remarquables sont à relier à la mise en œuvre combinée des mesures suivantes :

- l'utilisation d'un séparateur de phase situé « en hauteur » ;
- l'installation d'un débitmètre liquide situé impérativement plus bas que le séparateur de phase dans l'installation, typiquement entre 1 et 6 mètres sous le séparateur de phase, de manière à créer une pression statique supérieure aux inévitables pertes de charges et éviter ainsi toute vaporisation du liquide passant dans le débitmètre liquide.
- la mise en œuvre avantageuse selon l'invention (mais qui ne doit être considérée que comme une option) d'un double tube concentrique avec éventuellement des chicanes entre le séparateur de phase et le débitmètre liquide qui permet de conserver la température du liquide arrivant au débitmètre liquide et d'éviter toute vaporisation du liquide durant les phases où le débit est très faible ou nul.

Et l'on peut penser que la hauteur de charge du liquide cryogénique proposée par la présente invention permet de rendre le liquide moins sensible aux entrées de chaleur et à la vaporisation. En quelques sorte, on sous-refroidi le liquide sans pompe et sans injection de gaz pour effectuer des pressurisations comme selon l'art antérieur, ceci par une configuration simple mais incroyablement efficace, où l'on soumet le liquide à la pesanteur grâce à une tuyauterie verticale (ou sensiblement verticale) mais en tout cas descendante dans l'espace, d'une hauteur suffisante pour créer la pression dont nous avons besoin.

Revendications

1. Débitmètre pour fluides diphasiques cryogéniques liquide/gaz, comprenant :

- un séparateur de phases liquide/gaz, préférentiellement constitué d'une cuve (1), dans la partie supérieure de laquelle est admis le liquide cryogénique;

- un capteur de débit liquide (21), situé sur une canalisation liquide en communication de fluide avec la partie basse de la cuve;

- une canalisation gaz, en communication de fluide avec la partie haute de la cuve, munie d'une vanne gaz (12);

- un dispositif de mesure du niveau de liquide dans la cuve, comportant préférentiellement deux capteurs de niveau : un capteur (3) de niveau bas et un capteur (2) de niveau haut,

se caractérisant en ce que la cuve est placée en position haute (H) dans l'espace par rapport au capteur de débit liquide (21), position haute matérialisée par la présence d'un tube descendant, reliant la partie basse de la cuve à la canalisation liquide.

2. Débitmètre pour fluides diphasiques cryogéniques liquide/gaz selon la revendication 1, se caractérisant en ce qu'il comprend de plus :

- une vanne liquide (22), en amont ou en aval du débitmètre liquide (21) sur la dite canalisation liquide ;

- un capteur de débit (11) de la phase gaz issue de la partie supérieure de la cuve, situé sur ladite canalisation gaz en amont ou en aval de ladite vanne gaz (12).

3. Débitmètre pour fluides diphasiques cryogéniques liquide/gaz selon la revendication 1 ou 2, se caractérisant en ce que le tube descendant est un tube vertical ou sensiblement vertical.

4. Débitmètre pour fluides diphasiques cryogéniques liquide/gaz selon l'une des revendications 1 à 3, se caractérisant en ce qu'il comprend, autour de tout ou partie de la longueur dudit tube descendant un tube

concentrique (40), ménageant entre le tube descendant et le tube concentrique une cavité concentrique, apte à recevoir du liquide provenant du séparateur (1), tandis que les gaz d'évaporation de cette cavité sont aptes à être renvoyés vers la partie supérieure du séparateur (1).

5. Débitmètre pour fluides diphasiques cryogéniques liquide/gaz selon la revendication 4, se caractérisant en ce que tout ou partie de la hauteur de la cavité concentrique est munie de chicanes.

6. Méthode de mesure du débit d'un fluide diphasique cryogénique liquide/gaz alimentant un appareil consommateur, utilisant un Débitmètre conforme à l'une des revendications 1 à 5, positionné en ligne sur une canalisation d'alimentation de l'appareil en fluide cryogénique.

7. Méthode de mesure du débit selon la revendication 6, se caractérisant en ce que une vanne liquide (22) est présente, en amont ou en aval du débitmètre liquide (21) sur la dite canalisation liquide et en ce que la vanne liquide (22) est automatiquement fermée lorsque le niveau de liquide dans le séparateur (1) de phase est inférieur à une limite basse minimum.

8. Méthode de mesure du débit selon la revendication 7, se caractérisant en ce que la fermeture de la vanne liquide (22) est réalisée de façon non brutale, de façon progressive, à l'approche d'un niveau bas de liquide dans la cuve se rapprochant de ladite limite basse.

9. Méthode de mesure du débit selon la revendication 8, se caractérisant en ce que pendant la fermeture de la vanne liquide (22), la vanne gaz (12) reste ouverte.

10. Méthode de mesure du débit selon l'une des revendications 6 à 9, se caractérisant en ce que un capteur de débit (11) de la phase gaz issue de la partie supérieure de la cuve est présent sur ladite canalisation gaz en amont ou en aval de ladite vanne gaz (12), et en ce que la vanne gaz (12) est automatiquement fermée lorsque le niveau de liquide dans le séparateur (1) de phase est supérieur à une limite haute.

11. Méthode de mesure du débit selon la revendication 10, se caractérisant en ce que la fermeture de la vanne gaz (12) est réalisée de

façon non brutale, de façon progressive, à l'approche d'un niveau haut de liquide dans la cuve se rapprochant de ladite limite haute.

12. Méthode de mesure du débit selon la revendication 11, se caractérisant en ce que pendant la fermeture de la vanne gaz (12), la vanne liquide (22) reste ouverte.

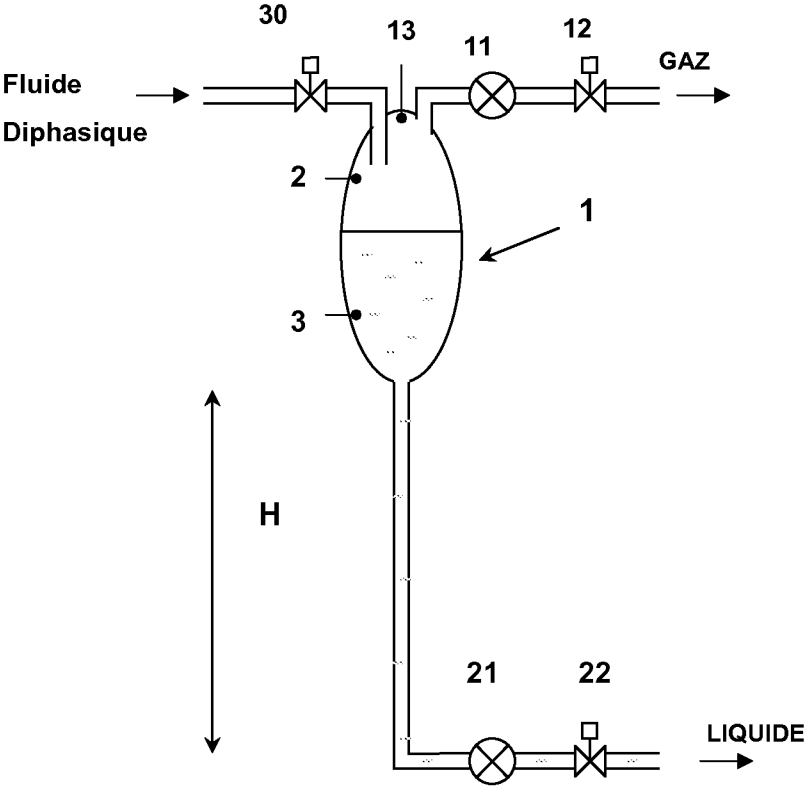


Figure 1

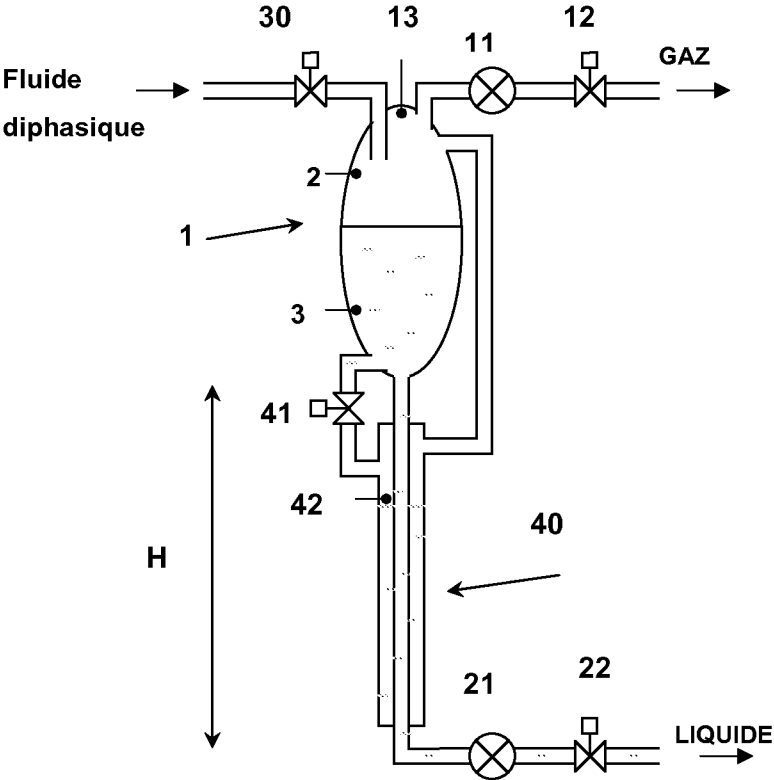


Figure 2

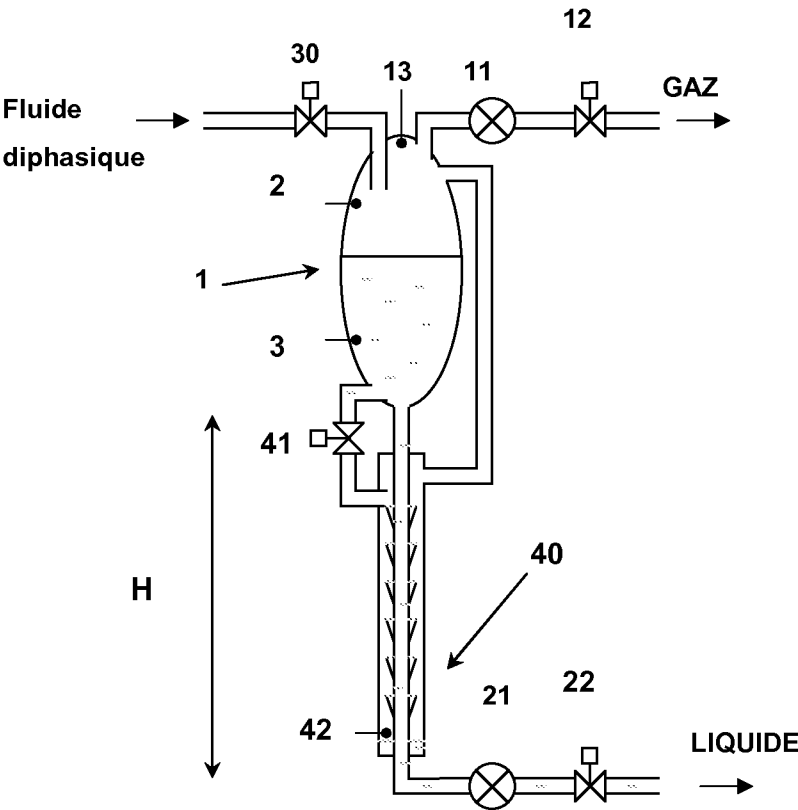
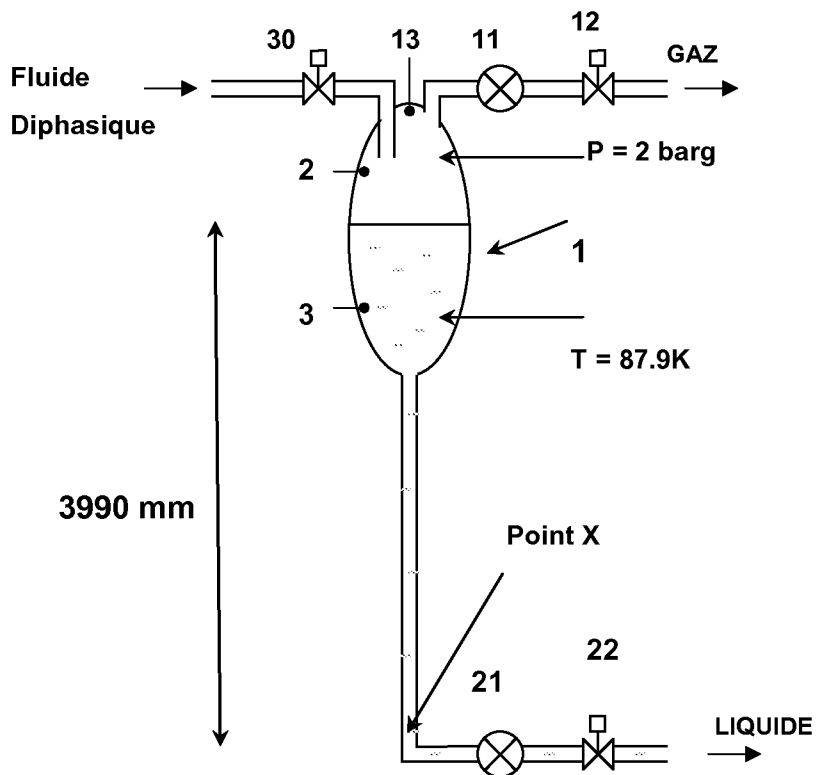
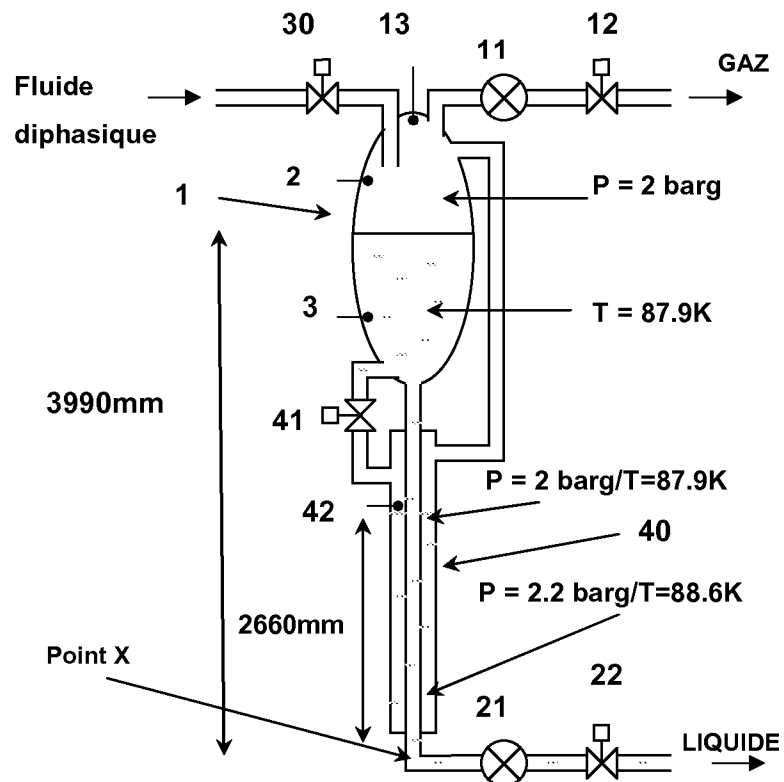
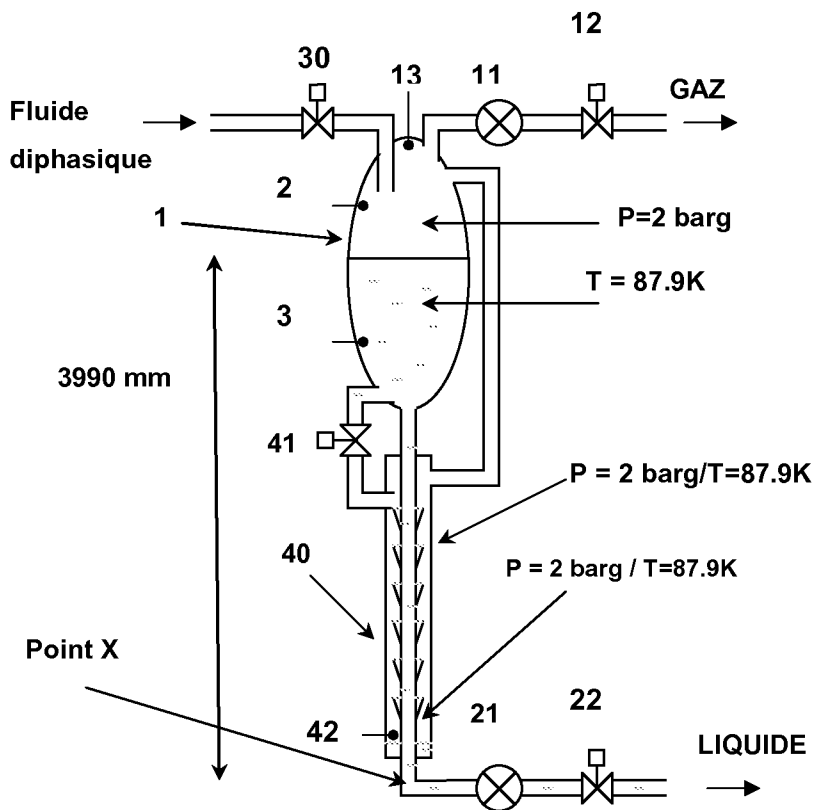


Figure 3

**Figure 4****Figure 5**

**Figure 6**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2012/051083

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 020 713 A1 (INTEVEP SA [VE]) 19 July 2000 (2000-07-19)	1,2,6,7
A	column 3, paragraph 16 - paragraph 19; figure 1	3-5
X	----- US 6 032 539 A (LIU KE TIEN [US] ET AL) 7 March 2000 (2000-03-07)	1-3,6
A	column 3, line 28 - column 7, line 64; figure 1	4,5
A	----- GB 1 208 121 A (BRITISH OXYGEN CO LTD [GB]) 7 October 1970 (1970-10-07) the whole document	1-12
A	----- US 3 930 411 A (BEEKER CHRISTOPH ET AL) 6 January 1976 (1976-01-06) column 3, line 38 - column 4, line 35; figures 1,2	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2012/051083

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9202788	A1	20-02-1992	CA 2088784 A1 04-02-1992 EP 0542798 A1 26-05-1993 JP H05509160 A 16-12-1993 KR 100231452 B1 15-11-1999 NZ 239255 A 26-05-1993 WO 9202788 A1 20-02-1992
US 5360139	A	01-11-1994	AU 6123494 A 15-08-1994 US 5360139 A 01-11-1994 US 5465583 A 14-11-1995 WO 9416986 A1 04-08-1994
WO 9510028	A1	13-04-1995	US 5535632 A 16-07-1996 WO 9510028 A1 13-04-1995
EP 1020713	A1	19-07-2000	BR 0000043 A 17-10-2000 CA 2293903 A1 13-07-2000 CO 5280173 A1 30-05-2003 DE 60010774 D1 24-06-2004 DE 60010774 T2 25-05-2005 EP 1020713 A1 19-07-2000 US 6257070 B1 10-07-2001
US 6032539	A	07-03-2000	CA 2217663 A1 11-04-1998 US 6032539 A 07-03-2000
GB 1208121	A	07-10-1970	NONE
US 3930411	A	06-01-1976	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/051083

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01F1/74 G01F15/08 G01F1/00 F17C7/02 F17C13/00 F17C13/02 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) G01F 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 92/02788 A1 (LPG ENG PTY LTD [AU]) 20 février 1992 (1992-02-20)	1,3,6-12
A	page 4, ligne 11 - page 9, ligne 20; figures 1,2	2,4,5

X	US 5 360 139 A (GOODE JOHN E [US]) 1 novembre 1994 (1994-11-01)	1-3,6
A	colonne 4, ligne 62 - colonne 8, ligne 56; figure 1	4,5

X	WO 95/10028 A1 (ATLANTIC RICHFIELD CO [US]) 13 avril 1995 (1995-04-13)	1-3,6
A	page 6, alinéa 2eme - page 7, alinéa dernier; figures 2,4 page 10	4,5

-/-		
☒ 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 30 juillet 2012	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 09/08/2012	
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 Rambaud, Dilek	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/051083

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 020 713 A1 (INTEVEP SA [VE]) 19 juillet 2000 (2000-07-19)	1,2,6,7
A	colonne 3, alinéa 16 - alinéa 19; figure 1 -----	3-5
X	US 6 032 539 A (LIU KE TIEN [US] ET AL) 7 mars 2000 (2000-03-07)	1-3,6
A	colonne 3, ligne 28 - colonne 7, ligne 64; figure 1 -----	4,5
A	GB 1 208 121 A (BRITISH OXYGEN CO LTD [GB]) 7 octobre 1970 (1970-10-07) le document en entier -----	1-12
A	US 3 930 411 A (BEEKER CHRISTOPH ET AL) 6 janvier 1976 (1976-01-06) colonne 3, ligne 38 - colonne 4, ligne 35; figures 1,2 -----	1-12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/051083

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9202788	A1	20-02-1992	CA 2088784 A1	04-02-1992
			EP 0542798 A1	26-05-1993
			JP H05509160 A	16-12-1993
			KR 100231452 B1	15-11-1999
			NZ 239255 A	26-05-1993
			WO 9202788 A1	20-02-1992

US 5360139	A	01-11-1994	AU 6123494 A	15-08-1994
			US 5360139 A	01-11-1994
			US 5465583 A	14-11-1995
			WO 9416986 A1	04-08-1994

WO 9510028	A1	13-04-1995	US 5535632 A	16-07-1996
			WO 9510028 A1	13-04-1995

EP 1020713	A1	19-07-2000	BR 0000043 A	17-10-2000
			CA 2293903 A1	13-07-2000
			CO 5280173 A1	30-05-2003
			DE 60010774 D1	24-06-2004
			DE 60010774 T2	25-05-2005
			EP 1020713 A1	19-07-2000
			US 6257070 B1	10-07-2001

US 6032539	A	07-03-2000	CA 2217663 A1	11-04-1998
			US 6032539 A	07-03-2000

GB 1208121	A	07-10-1970	AUCUN	

US 3930411	A	06-01-1976	AUCUN	
