



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2013/06/27

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2014/02/01

(30) Priorité/Priority: 2012/08/01 (FR12 57 463)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F17C 13/02* (2006.01),
B60P 3/22 (2006.01), *F17C 7/02* (2006.01)

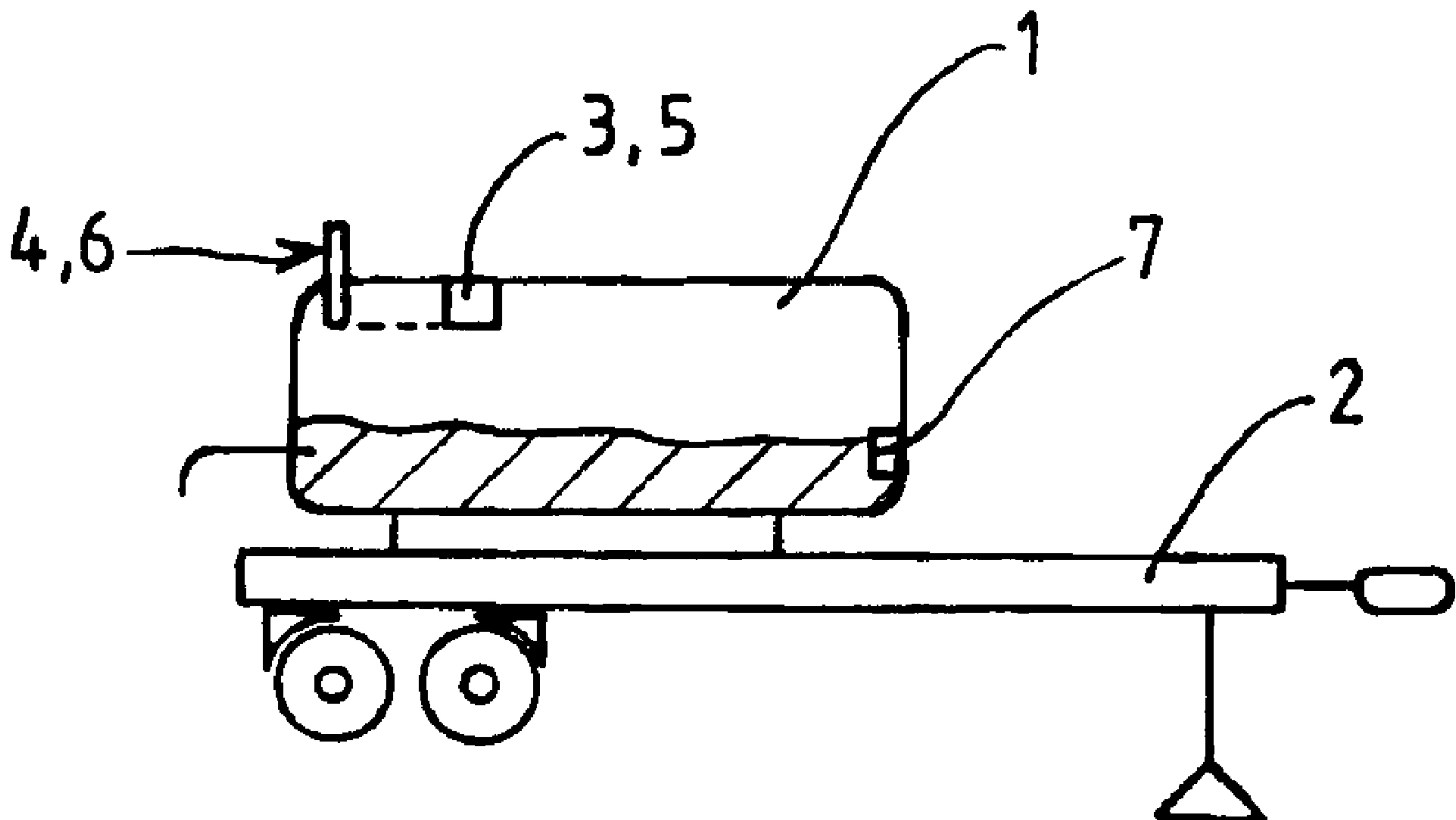
(71) Demandeur/Applicant:
L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE
ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
CLAUDE, FR

(72) Inventeur/Inventor:
BARTHELEMY, HERVE, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE CONTROLE DE LA PRESSION AU SEIN D'UN RESERVOIR D'HYDROGENE

(54) Title: PRESSURE CONTROL PROCESS AND DEVICE IN A HYDROGEN TANK



(57) Abrégé/Abstract:

Procédé de contrôle de la pression au sein d'un réservoir (1) cryogénique mobile, notamment un réservoir (1) monté sur une plateforme (2) mobile susceptible d'être tractée par camion, le réservoir (1) étant en acier et contenant de l'hydrogène liquide sous pression, le procédé comprenant au moins l'un parmi : une mesure continue ou périodique de la température au sein du réservoir (1), une mesure continue ou périodique du niveau du liquide au sein du réservoir et, lorsque la température mesurée excède un seuil haut (T_s) de température déterminé compris en moins 140°C et moins 160°C, respectivement lorsque le niveau de liquide au sein du réservoir est en dessous d'un niveau seuil de liquide déterminé, la pression au sein du réservoir (1) est limitée à une valeur inférieure ou égale à un seuil de pression (P_{max}) déterminé compris entre 1,5 et 3 bar

ABREGE

Procédé de contrôle de la pression au sein d'un réservoir (1) cryogénique mobile, notamment un réservoir (1) monté sur une plateforme (2) mobile susceptible d'être tractée par camion, le réservoir (1) étant en acier et contenant de l'hydrogène liquide sous pression, le procédé comprenant au moins l'un parmi : une mesure continue ou périodique de la température au sein du réservoir (1), une mesure continue ou périodique du niveau du liquide au sein du réservoir et, lorsque la température mesurée excède un seuil haut (T_s) de température déterminé compris en moins 140°C et moins 160°C, respectivement lorsque le niveau de liquide au sein du réservoir est en dessous d'un niveau seuil de liquide déterminé, la pression au sein du réservoir (1) est limitée à une valeur inférieure ou égale à un seuil de pression (P_{max}) déterminé compris entre 1,5 et 3 bar

PROCEDE ET DISPOSITIF DE CONTROLE DE LA PRESSION AU SEIN D'UN RESERVOIR D'HYDROGENE

5 La présente invention concerne un procédé et un dispositif de contrôle de la pression au sein d'un réservoir d'hydrogène.

L'invention concerne en particulier un procédé et un dispositif de contrôle de la pression au sein d'un réservoir d'hydrogène pour éviter les risques de rupture par fragilisation due à hydrogène.

10 L'invention concerne plus particulièrement un procédé de contrôle de la pression au sein d'un réservoir cryogénique mobile, notamment un réservoir monté sur une plateforme mobile susceptible d'être tractée par camion, le réservoir étant en acier et contenant de l'hydrogène liquide sous pression.

L'hydrogène gazeux peut fragiliser des matériaux sous contrainte dans
15 certains domaines de température (cf. par exemple l'article « Barthelemy, H. and Pressouyre, G.M., Hydrogen Gas Embrittlement of steels Synthesis of the CEC hydrogen energy program (1975-1983) », et plus particulièrement les aciers inoxydables (cf. l'article Barthélémy, H., « Hydrogen gas embrittlement of some austenitic stainless steels, Hydrogen and Materials », Beijing 9-13 May, 1988).

20 L'hydrogène est notamment un facteur de fragilisation pour de nombreux aciers inoxydables.

Le transport d'hydrogène liquide est généralement réalisé via des réservoirs cryogéniques (isolés sous vide). Ces réservoirs cryogéniques sont par exemple montés sur de semi-remorques. De tels réservoirs sont généralement fabriqués en
25 aciers inoxydables. Pour éviter les risques de fragilisation de l'acier du réservoir il est donc préférable d'utiliser un acier moins sujet aux risques de fragilisation (par exemple l'acier inoxydable 316L).

Une autre solution consiste à utiliser d'autres matériaux constitutifs pour le réservoir, par exemple les aciers 304L ou 304N. Ces solutions génèrent cependant
30 des réservoirs moins lourds et/ou moins coûteux mais ne sont pas acceptables

telles quelles car le réservoir de la semi-remorque correspondante risque d'être rompu par fragilisation due à l'hydrogène selon les conditions de fonctionnement (cf. le second article cité ci-dessus).

De plus, la pression dans le réservoir d'hydrogène a tendance à augmenter lorsqu'on commence à le vidanger car le niveau d'hydrogène liquide baisse.

Un but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur relevés ci-dessus.

A cette fin, le procédé selon l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce que le procédé comprend au moins l'un parmi : une mesure continue ou périodique de la température au sein du réservoir , une mesure continue ou périodique du niveau du liquide au sein du réservoir et, lorsque la température mesurée excède un seuil haut de température déterminé compris en moins 140°C et moins 160°C, respectivement lorsque le niveau de liquide au sein du réservoir est en dessous d'un niveau seuil de liquide déterminé, la pression au sein du réservoir est limitée à une valeur inférieure ou égale à un seuil de pression (P_{max}) déterminé compris entre 1,5 et 3 bar.

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

- le niveau seuil de liquide déterminé est compris entre 3 % et 15 % du niveau de liquide maximal dans le réservoir
- le procédé comprend à la fois une mesure continue ou périodique de la température au sein du réservoir et une mesure continue ou périodique du niveau du liquide au sein du réservoir et, lorsque la température mesurée excède un seuil haut de température déterminé compris en moins 140°C et moins 160°C et que le niveau de liquide au sein du réservoir est en dessous d'un niveau seuil de liquide déterminé, la pression au sein du réservoir est limitée à une valeur inférieure ou égale à un seuil de pression déterminé compris entre 1,5 et 3 bar,

3

- la pression au sein du réservoir est limitée automatiquement à une valeur inférieure ou égale au seuil de pression déterminé après une livraison de liquide du réservoir à une ou plusieurs cuves réceptrices,

- le seuil de pression déterminé est égal à 2bar,

5 - le seuil haut de température est égal à moins 150°C,

- le réservoir est composé de l'un au moins des aciers suivants : du type 321, 204, 302, 304, 304L ou un acier stabilisé à l'azote tel que 204N, 302N, 304N,

L'invention peut concerner également un dispositif de livraison d'hydrogène liquide comprenant un réservoir monté sur une plateforme mobile susceptible d'être
10 tractée par camion, le réservoir étant en acier et contenant de l'hydrogène liquide sous pression, le réservoir comprenant un capteur de température situé dans la partie supérieure du réservoir, un capteur de pression, un organe libération sélective de gaz vers l'extérieur du réservoir et une logique électronique reliée au capteur de température, au capteur de pression et à l'organe organe libération
15 sélective de gaz, la logique électronique étant configurée pour libérer automatiquement du gaz hors du réservoir et limiter la pression au sein du réservoir à un seuil de pression déterminé compris entre 1,5 et 3 bar dès que la température mesurée excède un seuil haut de température déterminé compris en moins 140°C et moins 160°C.

20 Selon d'autres particularités possibles :

- l'organe libération sélective comprend au moins l'un parmi : un déverseur, une vanne,

- le réservoir comprend un capteur de niveau de liquide au sein du réservoir, ledit capteur de niveau de liquide étant relié à la logique électronique,

25 - le réservoir est composé de l'un au moins des aciers suivants : un acier du type 321, 204, 302, 304, 304L ou un acier stabilisé à l'azote tel que 204N, 302N, 304N.

L'invention peut concerner également tout dispositif ou procédé alternatif comprenant toute combinaison des caractéristiques ci-dessus ou ci-dessous.

4

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

- la figure 1 représente de façon schématique et partielle, un exemple de dispositif de mise en œuvre de l'invention,

5 - la figure 2 représente de façon schématique et partielle un exemple d'étapes pouvant être mises en œuvre par l'invention.

10 Le dispositif de livraison d'hydrogène liquide représenté à la figure 1 comprend un réservoir 1 monté sur une plateforme 2 mobile susceptible d'être tractée par camion. Le réservoir 1 est en acier inoxydable et contenant de l'hydrogène liquide sous pression. Plus précisément, le réservoir 1 peut être constitué d'un acier sujet à la fragilisation au contact d'hydrogène gazeux, par exemple un acier tel que 304N, ou autres aciers inoxydables non stables (comme par exemple du type 321, 204, 302, 304, 304L) ou stabilisés à l'azote tels que 204N, 302N, 304N,...).

15 Pour éviter une fragilisation qui aurait pourrait provoquer une rupture du réservoir 1 et un accident grave, le dispositif comprend un système de régulation de la pression au sein du réservoir 1.

20 Ainsi, le réservoir 1 comporte un capteur 3 de température situé de préférence dans la partie supérieure du réservoir 1. Le capteur 3 de température est par exemple un thermocouple ou tout autre organe approprié.

25 Le réservoir 1 comprend également un organe 4 libération sélective de gaz vers l'extérieur du réservoir, par exemple une vanne, un déversoir ou tout autre organe approprié équivalent permettant de faire baisser sélectivement la pression dans le réservoir 1. Le réservoir peut comprendre également un capteur de pression 6.

30 Le réservoir 1 comprend en outre une logique 5 électronique reliée au capteur 3 de température, au capteur 6 de pression et à l'organe organe 4 libération sélective de gaz. Cette logique 5 électronique est configurée pour libérer automatiquement du gaz hors du réservoir 1 afin de réduire la pression au sein du réservoir 1 à un seuil de pression P_{max} déterminé compris entre 1,5 et 3 bar et de

5

préférence égal à 2bar dès que la température T mesurée par le capteur 4 excède un seuil haut de température Ts déterminé compris en moins 140°C et moins 160°C et de préférence égal à moins 150°C (cf. figure 2).

5 Cette mesure permet de réduire très fortement les risques de fragilisation du réservoir 1.

L'invention permet en particulier de garantir que l'acier constitutif du réservoir se trouve soumis à une gamme de pression qui risque moins de le fragiliser du fait de son exposition à l'hydrogène.

10 Ceci permet d'utiliser pour le transport d'hydrogène des réservoirs constitués d'acier relativement peu coûteux et qui permettent de réduire la masse du réservoir, sans risquer pour autant un phénomène de fragilisation.

6

REVENDICATIONS

1. Procédé de contrôle de la pression au sein d'un réservoir (1) cryogénique mobile, notamment un réservoir (1) monté sur une plateforme (2) mobile susceptible d'être tractée par camion, le réservoir (1) étant en acier et contenant de l'hydrogène liquide sous pression, le procédé comprenant: une mesure continue ou périodique de la température au sein du réservoir (1) et, lorsque la température mesurée excède un seuil haut (T_s) de température déterminé compris en moins 140°C et moins 160°C, la pression au sein du réservoir (1) est limitée à une valeur inférieure ou égale à un seuil de pression (P_{max}) déterminé compris entre 1,5 et 3 bar.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une mesure continue ou périodique du niveau du liquide au sein du réservoir et, lorsque le niveau de liquide au sein du réservoir est en dessous d'un niveau seuil de liquide déterminé, la pression au sein du réservoir (1) est limitée à une valeur inférieure égale à un seuil de pression (P_{max}) déterminée comprise entre 1,5 et 3 bar.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le niveau seuil de liquide déterminé est compris entre 3 % et 15 % du niveau de liquide maximal dans le réservoir (1).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le procédé comprend à la fois une mesure continue ou périodique de la température au sein du réservoir (1) et une mesure continue ou périodique du niveau du liquide au sein du réservoir et, lorsque la température mesurée excède un seuil haut (T_s) de température déterminé compris en moins 140°C et moins 160°C et que le niveau de liquide au sein du réservoir est en dessous d'un niveau seuil de liquide déterminé, la pression au sein du réservoir (1) est limitée à une valeur inférieure ou égale à un seuil de pression (P_{max}) déterminé compris entre 1,5 et 3 bar.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la pression au sein du réservoir (1) est limitée automatiquement à une valeur inférieure ou égale au seuil de pression (P_{max}) déterminé après une livraison de liquide du réservoir (1) à une ou plusieurs cuves réceptrices.

5 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le seuil de pression (P_{max}) déterminé est égal à 2bar.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le seuil haut (T_s) de température est égal à moins 150°C.

10 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le réservoir (1) est composé de l'un au moins des aciers suivants : du type 321, 204, 302, 304, 304L ou un acier stabilisé à l'azote tel que 204N, 302N, 304N.

15 9. Dispositif de livraison d'hydrogène liquide comprenant un réservoir (1) monté sur une plateforme (2) mobile susceptible d'être tractée par camion, le réservoir (1) étant en acier et contenant de l'hydrogène liquide sous pression, le réservoir (1) comprenant un capteur (3) de température situé dans la partie supérieure du réservoir (1), un capteur de pression (6), un organe (4) libération sélective de gaz vers l'extérieur du réservoir et une logique (5) électronique reliée au capteur (3) de température, au capteur (6) de pression et à l'organe
20 organe (4) libération sélective de gaz, la logique (5) électronique étant configurée pour libérer automatiquement du gaz hors du réservoir (1) et limiter la pression au sein du réservoir (1) à un seuil de pression (P_{max}) déterminé compris entre 1,5 et 3 bar dès que la température mesurée excède un seuil haut de température (T_s) déterminé compris en moins 140°C et moins 160°C.

25 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'organe (4) libération sélective comprend au moins l'un parmi : un déverseur, une vanne.

30 11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que le réservoir (1) comprend un capteur (7) de niveau de liquide au sein du réservoir (1), ledit capteur (7) de niveau de liquide étant relié à la logique (5) électronique.

8

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que le réservoir (1) est composé de l'un au moins des aciers suivants : un acier du type 321, 204, 302, 304, 304L ou un acier stabilisé à l'azote tel que 204N, 302N, 304N.

5

1/1

