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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
19 décembre 2013 (19.12.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/186496 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B01D 53/14 (2006.01) *F25J 3/02* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/051386

(22) Date de dépôt international :
13 juin 2013 (13.06.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1255638 15 juin 2012 (15.06.2012) FR

(71) Déposant : **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE** [FR/FR]; 75, Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(72) Inventeurs : **COGNARD, Marie**; 13 rue des Bourdonnais, F-91430 Igny (FR). **DARDE, Arthur**; 32 boulevard Saint-Marcel, F-75005 Paris (FR). **LECLERC, Mathieu**; 7 rue des Orteaux, F-75020 Paris (FR).

(74) Mandataire : **MERCEY, Fiona**; L'AIR LIQUIDE S.A, Direction de la 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, BN, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

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))*

(54) Title : METHOD AND APPARATUS FOR COOLING OR HEATING A GASEOUS MIXTURE

(54) Titre : PROCÉDÉ ET APPAREIL DE REFROIDISSEMENT OU DE RÉCHAUFFAGE D'UN MÉLANGE GAZEUX

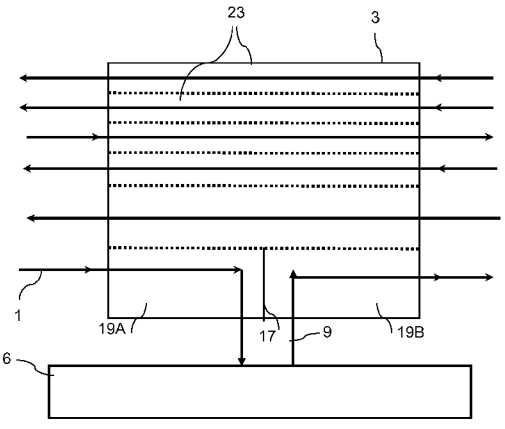


FIGURE 3

(57) Abstract : The invention relates to a method for cooling or heating a gaseous mixture, in which a gaseous mixture to be separated is cooled in a channel (23) of an exchange line (3), said channel being closed by a sealed-closing means at an intermediate level of the exchange line in order to form a first portion of the channel and a second portion of the channel on either side of the closing means, wherein the mixture is cooled in the first portion of the channel. The gaseous mixture cooled in the first portion of the channel is drawn from the exchange line at a first temperature and treated by treatment means (6) in order to produce a treated gas (9) enriched with a component of the gaseous mixture, and the treated gas is discharged from the treatment means at a second temperature and is cooled in the second portion of the channel of the exchange line in order to produce a cooled, treated gas.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2013/186496 A1

Dans un procédé de refroidissement ou de réchauffage d'un mélange gazeux, un mélange gazeux à séparer est refroidi dans un passage (23) d'une ligne d'échange (3), ce passage étant fermé par un moyen de fermeture étanche à un niveau intermédiaire de la ligne d'échange pour former une première portion du passage et une deuxième portion du passage de part et d'autre du moyen de fermeture, le mélange se refroidissant dans la première portion du passage, le mélange gazeux refroidi dans la première portion du passage est soutiré de la ligne d'échange à une première température et est traité par des moyens de traitement (6) pour former un gaz traité (9) enrichi en un constituant du mélange gazeux et le gaz traité sort des moyens de traitement à une deuxième température et se refroidit dans la deuxième portion du passage de la ligne d'échange pour former un gaz traité refroidi.

Procédé et appareil de refroidissement ou de réchauffage d'un mélange gazeux

La présente invention est relative à un procédé et à un appareil de refroidissement ou de réchauffage d'un mélange gazeux. Elle peut être intégrée à un procédé et à un appareil de séparation à température subambiante, voire cryogénique.

Il est souvent nécessaire de refroidir ou de réchauffer un mélange gazeux dans une ligne d'échange jusqu'à une température intermédiaire de celle-ci. Ce procédé sera illustré dans la Figure 2A. Ainsi le mélange gazeux 1A se refroidit ou se réchauffe dans un passage 23A et puis est soutiré de la ligne d'échange 3, le passage étant fermé au niveau intermédiaire et la partie 13A du passage 23A en aval du soutirage ne servant pas à un échange thermique, si aucun autre fluide n'est disponible aux températures de cette zone de la ligne d'échange.

Il est souvent nécessaire de refroidir ou de réchauffer un mélange gazeux dans une ligne d'échange à partir d'une température intermédiaire de celle-ci. Ce procédé sera illustré dans la Figure 2B. Ainsi le mélange gazeux 1B est inséré dans la ligne d'échange 3 puis se refroidit ou se réchauffe dans un passage 23B, le passage étant fermé au niveau intermédiaire et la partie 13B du passage 23B en amont du soutirage ne servant pas à un échange thermique, si aucun autre fluide n'est disponible aux températures de cette zone de la ligne d'échange.

Il est souvent nécessaire de cumuler ces deux principes dans la même ligne d'échange, comme illustré dans la Figure 2C, cumulant ainsi deux zones 13A et 13B ne servant pas à un échange thermique (respectivement dans les passages 23A et 23B).

- si la température de sortie du fluide 1A est inférieure à celle d'entrée du fluide 1B dans le cas d'un refroidissement des fluides 1A et 1B dans la ligne d'échange 3.
- ou si la température de sortie du fluide 1A est supérieure à celle d'entrée du fluide 1B dans le cas d'un réchauffement des fluides 1A et 1B dans la ligne d'échange 3.
- et s'il n'y a pas d'autres fluides pouvant échanger de la chaleur dans ces zones de la ligne d'échange.

Dans ce cas, l'entrée intermédiaire du fluide 1B et en amont de la sortie intermédiaire du fluide 1A. Le fluide 1B peut être issu d'une transformation (débit et/ou composition et/ou pression et température) par un moyen 6 (après le soutirage).

Pour minimiser la taille de l'échangeur et augmenter l'efficacité de l'échange thermique il faut éviter au maximum ces zones « mortes ».

Dans un procédé de séparation à température subambiante, il est nécessaire de refroidir le mélange à séparer dans une ligne d'échange, par exemple proche de la température de rosée, avant de l'envoyer dans une étape de distillation. Cette même ligne d'échange sert également à réchauffer un ou plusieurs fluides produits par cette distillation et/ou par d'autres distillations et/ou par d'autres moyens de traitement, par exemple compression, détente, séparation et/ou par moyens autres que la distillation. La séparation à température subambiante peut être une distillation ou une séparation dans au moins un séparateur de phases.

Dans un exemple concret, un mélange de dioxyde de carbone, d'azote, d'oxygène, d'oxydes d'azote et d'autres impuretés est refroidi dans une ligne d'échange afin d'être distillé pour séparer les oxydes d'azote moins volatils que le CO_2 et un gaz appauvri en oxydes d'azote est produit par distillation, ce gaz contenant encore de l'azote et de l'oxygène, et d'autres impuretés résiduaires. Ce gaz est ensuite réchauffé et puis comprimé. Le débit molaire de gaz comprimé sera nécessairement à plus forte pression que le mélange à séparer et plus petit que le débit molaire de mélange à séparer.

L'invention s'applique évidemment à des mélanges autres que les mélanges riches en CO_2, le terme « riche en CO_2 » impliquant un contenu en CO_2 supérieur à 60%. Tous les pourcentages concernant des puretés sont des pourcentages molaires.

Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de refroidissement ou de réchauffage d'un mélange gazeux dans lequel :

i) un mélange gazeux à séparer est refroidi ou réchauffé dans un passage d'une ligne d'échange, ce passage étant fermé par un moyen de fermeture étanche à un niveau intermédiaire de la ligne d'échange pour former une première portion du passage et une deuxième portion du passage de part et d'autre du moyen de fermeture, le mélange se refroidissant ou se réchauffant jusqu'à une première

température dans la première portion du passage et pas dans la deuxième portion du passage

ii) le mélange gazeux refroidi ou réchauffé dans la première portion du passage est soutiré de la ligne d'échange à la première température et est traité par des moyens de traitement pour former un gaz traité pouvant avoir la même composition que le mélange gazeux ou étant enrichi en un constituant du mélange gazeux

iii) le gaz traité sort des moyens de traitement à une deuxième température et

a) se refroidit dans la deuxième portion du passage de la ligne d'échange si le mélange se refroidit dans l'étape i) pour former un gaz traité refroidi, la température est supérieure à la première température et dans lequel le gaz traité est refroidi en aval des moyens de traitement pour amener sa température à une troisième température inférieure à la première température ou

b) se réchauffe dans la deuxième portion du passage de la ligne d'échange si le mélange se réchauffe dans l'étape ii) pour former un gaz traité réchauffé, la deuxième température est inférieure à la première température et dans lequel le gaz traité est réchauffé en aval des moyens de traitement pour amener sa température à une troisième température supérieure à la première température.

La ligne d'échange est composée d'un empilages de plaques identiques séparées par des ondes. L'espace entre deux plaques adjacentes forme un passage.

Selon d'autres objets facultatifs :

- le mélange gazeux est traité par des moyens de traitement constitués par des moyens de séparation à température subambiante et le gaz traité est enrichi en un constituant du mélange gazeux.
- le mélange gazeux est traité par distillation dans une colonne de distillation à température subambiante, voire cryogénique, constituant les moyens de séparation à température subambiante et éventuellement le mélange gazeux rentre dans la colonne de distillation à une température supérieure d'au moins 2°C à sa température de rosée.
- le gaz traité est envoyé à la deuxième portion sans avoir été refroidi ou réchauffé dans un autre passage de la ligne d'échange.
- la troisième température diffère de la première température d'au plus 5°C.

- le procédé utilise un échangeur de chaleur permettant un échange de chaleur entre le gaz traité et un autre gaz, par exemple le gaz en cours de traitement, pour amener le gaz traité à la troisième température, l'échangeur de chaleur présentant un ΔT entre le gaz traité à la deuxième température et l'autre gaz à l'extrémité de l'échangeur d'au moins 5°C, voire d'au moins 10°C.
- la deuxième température diffère de la première température d'au moins 15°C.
- le mélange gazeux est riche en dioxyde de carbone.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de refroidissement d'un mélange gazeux comprenant une ligne d'échange comprenant au moins deux passages dont au moins un est fermé par un moyen de fermeture étanche à un niveau intermédiaire de la ligne d'échange pour former une première portion du passage et une deuxième portion du passage de part et d'autre du moyen de fermeture, des moyens pour envoyer un mélange gazeux à séparer se refroidir dans la première portion et pas dans la deuxième portion du passage, des moyens pour soutirer le mélange gazeux refroidi de la première portion du passage à une première température, des moyens de traitement pour traiter le mélange soutiré pour former un gaz traité pouvant avoir la même composition que le mélange gazeux ou étant enrichi en un constituant du mélange gazeux, des moyens pour sortir le gaz traité des moyens de traitement à une deuxième température, reliés à la deuxième portion du passage de sorte que le gaz traité puisse se refroidir dans la deuxième portion du passage de la ligne d'échange caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de refroidissement en aval des moyens de traitement et en amont de la deuxième portion du passage.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de réchauffage d'un mélange gazeux comprenant une ligne d'échange comprenant au moins deux passages dont au moins un est fermé par un moyen de fermeture étanche à un niveau intermédiaire de la ligne d'échange pour former une première portion du passage et une deuxième portion du passage de part et d'autre du moyen de fermeture, des moyens pour envoyer un mélange gazeux à séparer se réchauffer dans la première portion et pas dans la deuxième portion du passage, des moyens pour soutirer le mélange gazeux réchauffé de la première portion du passage à une première température, des moyens de traitement pour traiter le mélange soutiré pour former un gaz traité pouvant avoir la même composition que le mélange gazeux ou

étant enrichi en un constituant du mélange gazeux, des moyens pour sortir le gaz traité des moyens de traitement à une deuxième température, reliés à la deuxième portion du passage de sorte que le gaz traité puisse se réchauffer dans la deuxième portion du passage de la ligne d'échange caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de réchauffage en aval des moyens de traitement et en amont de la deuxième portion du passage.

Selon d'autres objets facultatifs :

- les moyens de traitement sont constitués par des moyens de séparation à température subambiante capable d'enrichir le gaz traité en un constituant du mélange gazeux.
- les moyens de traitement sont constitués par une colonne de distillation à température subambiante, voire cryogénique, et éventuellement le mélange gazeux rentre dans la colonne de distillation à une température supérieure d'au moins 2°C à sa température de rosée.
- les moyens d'envoi du gaz traité ne sont pas reliés à un autre passage de la ligne d'échange que celui ayant deux portions.
- dans un appareil de refroidissement du mélange gazeux, la deuxième température est supérieure à la première température et l'appareil comprend des moyens de refroidissement en aval des moyens de traitement pour amener sa température à une troisième température inférieure à la première température.
- dans un appareil de réchauffage du mélange gazeux, la deuxième température est inférieure à la première température et l'appareil comprend des moyens de réchauffage pour réchauffer le gaz traité en aval des moyens de traitement pour amener sa température à une troisième température supérieure à la première température.
- l'appareil comprend un échangeur de chaleur permettant un échange de chaleur entre le gaz traité et un autre gaz, par exemple le gaz en cours de traitement, pour amener le gaz traité à la troisième température, l'échangeur de chaleur présentant un ΔT entre le gaz traité à la deuxième température et l'autre gaz à l'extrémité de l'échangeur d'au moins 5°C, voire d'au moins 10°C.
- le mélange gazeux à séparer est riche en CO_2.
- le mélange gazeux est refroidi, puis traité par distillation pour réduire sa teneur en oxydes d'azote pour former un gaz traite qui est refroidi dans le même passage que le mélange gazeux.

L'invention sera décrite en plus de détail en se référant aux Figures. Les Figures 1 et 3 représentent un procédé de refroidissement selon l'invention, la Figure 4 représente un détail de la ligne d'échange selon l'art antérieur et la Figure 5 représente un détail de la ligne d'échange selon l'invention.

Dans la Figure 1, un mélange gazeux, pouvant être riche en dioxyde de carbone, par exemple contenant au moins 60% de dioxyde de carbone, est séparé par distillation à température subambiante. Ce mélange 1 se refroidit dans la ligne d'échange 3 jusqu'à une température intermédiaire de celle-ci. Cette première température est au moins 2°C supérieure à la température de rosée du mélange 1 qui comprend également de l'azote, de l'oxygène et au moins un oxyde d'azote. La ligne d'échange est de préférence un échangeur en aluminium à plaques brasées.

A cette première température, le mélange 1 est introduit dans une colonne de lavage 5 alimentée en tête par un débit de reflux. Un liquide enrichi en au moins un oxyde d'azote 7 est soutiré en cuve de la colonne et un gaz enrichi en dioxyde de carbone 9 est soutiré en tête de la colonne. Le gaz 9 est envoyé à un échangeur de chaleur 11 en aluminium à plaques brasées où il se réchauffe, ensuite il est chauffé dans un réchauffeur 13 avant d'être épuré dans un lit d'adsorbant 15 pour éliminer des impuretés. Le gaz traité dans l'adsorbant est à une deuxième température supérieure à la première température. Ensuite le gaz est refroidi dans l'échangeur 11 jusqu'à une troisième température plus froide que la première température de sorte que le gaz 9 puisse être refroidi dans le même passage que le mélange gazeux pour former un produit riche en dioxyde de carbone. La colonne 5 peut par exemple servir à éliminer le NO_2 et/ou le N_2O_4 et/ou le méthanol et/ou les hydrocarbures lourds du mélange 1. Le liquide de reflux 12 de la colonne est riche en dioxyde de carbone et ne contient pas l'impureté à éliminer. Ce liquide peut provenir d'un condenseur de tête ou d'une autre colonne, par exemple de la colonne qui épure le débit 9. Dans ce cas, la quantité de reflux dans la colonne est calculée de sorte que le reflux non seulement épure le gaz mais également le refroidit pour compenser les pertes thermiques.

L'échangeur 11 qui réchauffe et refroidit le gaz 9 avant et après le traitement à température élevée aura une différence de température basse entre le fluide chaud et le fluide froid, puisqu'il s'agit d'un échangeur brasé à plaques.

Pour un échangeur où les fluides ont respectivement 0°C and 100°C, une différence de température au bout chaud de 5°C or jusqu'à 10°C peut être admise pour réduire l'investissement.

Alternativement la colonne 5 peut être remplacée par une colonne de lavage au méthanol ou aux hydrocarbures. Dans ce cas, ce sera nécessaire de réchauffer le mélange 1 dans la ligne d'échange 3 plutôt que de le refroidir.

L'invention permet de produit le débit revenant à l'échangeur à une température proche de celui soutiré de l'échangeur afin d'utiliser une plus grande partie du passage. Ainsi deux fluides sont refroidis ou réchauffés dans un même passage.

La Figure 3 illustre l'invention de manière plus générale. Ici un fluide 1 est refroidi dans la ligne d'échange 3. Le fluide 1 se refroidit dans la portion à gauche 19A du passage 19 jusqu'à une température intermédiaire de la ligne d'échange qui est la première température. A ce niveau le passage est fermé par un moyen de fermeture étanche. Le fluide 1 est ensuite traité par un moyen de traitement 3. Le moyen de traitement peut comprendre une ou plusieurs colonnes de distillation et un moyen de traitement par adsorption comme pour la Figure 1. Par contre, beaucoup d'autres possibilités existent. Parmi les moyens de séparation froides, on peut nommer un ou plusieurs séparateurs de phases en série ou en parallèle. Le moyen de traitement peut être constitué par tout moyen qui permet de modifier la composition et/ou le débit du fluide. En particulier le moyen de traitement peut modifier la température du gaz traité dans le moyen de traitement de sorte que le gaz traité se trouve à une deuxième température plus élevée que la première température. Dans ce cas, selon un aspect de l'invention, le gaz traité doit être refroidi pour l'amener à une troisième température inférieure à la première température pour pouvoir être refroidi dans la portion 19B du passage 19 à droite du moyen de fermeture.

D'autres fluides éventuellement se réchauffent et se refroidissement dans le passage 23 de la ligne d'échange.

Dans la Figure 4, on voit la disposition d'un procédé de refroidissement selon l'art antérieur où le fluide 1 se refroidit dans un passage 19 et le fluide 9 dérivé du fluide 1 se refroidit dans un passage 21, le point d'entrée du fluide 9 étant à une deuxième température plus élevée que la température de soutirage, ou première

température du fluide 1. Ainsi les portions 13 des passages 19, 21 n'ont pas de fonction thermique.

Selon la Figure 5, différents moyens de disposer les portions 19A et 19B du passage 19 de la Figure 3 de part et d'autre du moyen de fermeture 17. Le mélange gazeux 1 se refroidit dans la portion 19A et un gaz dérivé du mélange gazeux 9 se refroidit dans la portion 19B.

Selon la Figure 6 illustre l'invention pour le réchauffage du mélange gazeux de manière générale. Ici un fluide 1 est réchauffé dans la ligne d'échange 3. Le fluide 1 se réchauffe dans la portion à droite 19B du passage 19 jusqu'à une température intermédiaire de la ligne d'échange qui est la première température. A ce niveau le passage est fermé par un moyen de fermeture étanche. Le fluide 1 est ensuite traité par un moyen de traitement 3. Le moyen de traitement peut comprendre une ou plusieurs colonnes de lavage.

Par contre, beaucoup d'autres possibilités existent. Le moyen de traitement peut être constitué par tout moyen qui permet de modifier la composition et/ou le débit du fluide. Un exemple est un traitement par mélange, par exemple avec un fluide plus froid. En particulier le moyen de traitement peut modifier la température du gaz traité dans le moyen de traitement de sorte que le gaz traité se trouve à une deuxième température plus basse que la première température. Dans ce cas, selon un aspect de l'invention, le gaz traité doit être réchauffé pour l'amener à une troisième température supérieure à la première température pour pouvoir être réchauffé dans la portion 19A du passage 19 à gauche du moyen de fermeture.

Revendications

1. Procédé de refroidissement ou de réchauffage d'un mélange gazeux dans lequel :

i) un mélange gazeux à séparer est refroidi ou réchauffé dans un passage (23) d'une ligne d'échange (3), ce passage étant fermé par un moyen de fermeture étanche à un niveau intermédiaire de la ligne d'échange pour former une première portion (19A, 19B) du passage et une deuxième portion (19B, 19A) du passage de part et d'autre du moyen de fermeture (17), le mélange se refroidissant ou se réchauffant jusqu'à une première température dans la première portion du passage et pas dans la deuxième portion du passage,

ii) le mélange gazeux refroidi ou réchauffé dans la première portion du passage est soutiré de la ligne d'échange à la première température et est traité par des moyens de traitement (6) pour former un gaz traité (9) pouvant avoir la même composition que le mélange gazeux ou étant enrichi en un constituant du mélange gazeux,

iii) le gaz traité sort des moyens de traitement à une deuxième température et

a) se refroidit dans la deuxième portion du passage de la ligne d'échange si le mélange se refroidit dans l'étape i) pour former un gaz traité refroidi, la deuxième température est supérieure à la première température et dans lequel le gaz traité est refroidi en aval des moyens de traitement (6) pour amener sa température à une troisième température inférieure à la première température ou

b) se réchauffe dans la deuxième portion du passage de la ligne d'échange si le mélange se réchauffe dans l'étape ii) pour former un gaz traité réchauffé la deuxième température est inférieure à la première température et dans lequel le gaz traité est réchauffé en aval des moyens de traitement (6) pour amener sa température à une troisième température supérieure à la première température.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel le mélange gazeux est traité par des moyens de traitement (6) constitués par des moyens de séparation à température subambiante (5) et le gaz traité (9) est enrichi en un constituant du mélange gazeux.

3. Procédé selon la revendication 2 dans lequel le mélange gazeux est traité par distillation dans une colonne de distillation à température subambiante (5), voire cryogénique, constituant les moyens de séparation à température subambiante, et éventuellement le mélange gazeux rentre dans la colonne de distillation à une température supérieure d'au moins 2°C à sa température de rosée.

4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3 dans lequel le gaz traité (9) est envoyé à la deuxième portion (19B) sans avoir été refroidi ou réchauffé dans un autre passage de la ligne d'échange.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la troisième température diffère de la première température d'au plus 5°C.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes utilisant un échangeur de chaleur (11) permettant un échange de chaleur entre le gaz traité (9) et un autre gaz, par exemple le gaz en cours de traitement, pour amener le gaz traité à la troisième température, l'échangeur de chaleur présentant un ΔT entre le gaz traité à la deuxième température et l'autre gaz à l'extrémité de l'échangeur d'au moins 5°C, voire d'au moins 10°C.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la deuxième température diffère de la première température d'au moins 15°C.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le mélange gazeux (1) est riche en dioxyde de carbone.

9. Appareil de refroidissement d'un mélange gazeux comprenant une ligne d'échange (3) comprenant au moins deux passages (23) dont au moins un est fermé par un moyen de fermeture étanche (17) à un niveau intermédiaire de la ligne d'échange pour former une première portion du passage (19A) et une deuxième portion du passage (19B) de part et d'autre du moyen de fermeture, des moyens pour envoyer un mélange gazeux à séparer se refroidir dans la première portion, des moyens pour soutirer le mélange gazeux refroidi de la première portion du passage à une première température, des moyens de traitement (15) pour traiter le mélange soutiré pour former un gaz traité pouvant avoir la même composition que le mélange gazeux ou étant enrichi en un constituant du mélange gazeux, des moyens pour sortir le gaz traité des moyens de traitement à une deuxième température, reliés à la deuxième portion du passage de sorte que le gaz traité puisse se refroidir dans la deuxième portion du passage de la ligne d'échange caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de refroidissement (15) en aval des moyens de traitement et en amont de la deuxième portion du passage.

10. Appareil de réchauffage d'un mélange gazeux comprenant une ligne d'échange (3) comprenant au moins deux passages (23) dont au moins un est fermé par un moyen de fermeture étanche (17) à un niveau intermédiaire de la ligne d'échange pour former une première portion du passage (19A) et une deuxième portion du passage (19B) de part et d'autre du moyen de fermeture, des moyens pour envoyer un mélange gazeux à séparer se réchauffer dans la première portion et pas dans la deuxième portion du passage, des moyens pour soutirer le mélange gazeux réchauffé de la première portion du passage à une première température, des moyens de traitement (15) pour traiter le mélange soutiré pour former un gaz traité pouvant avoir la même composition que le mélange gazeux ou étant enrichi en un constituant du mélange gazeux, des moyens pour sortir le gaz traité des moyens de traitement à une deuxième température, reliés à la deuxième portion du passage de sorte que le gaz traité puisse se réchauffer dans la deuxième portion du passage de la ligne d'échange caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de réchauffage (11) en aval des moyens de traitement et en amont de la deuxième portion du passage.

11. Appareil selon la revendication 9 ou 10 dans lequel les moyens de traitement (15) sont constitués par des moyens de séparation à température subambiante capable d'enrichir le gaz traité en un constituant du mélange gazeux.

12. Appareil selon l'une des revendications 9 à 11 dans lequel les moyens de refroidissement ou de réchauffage (15) sont constitués par un échangeur de chaleur permettant une échange de chaleur entre le mélange soutiré destiné aux moyens de traitement et le gaz traité en aval des moyens de traitement.

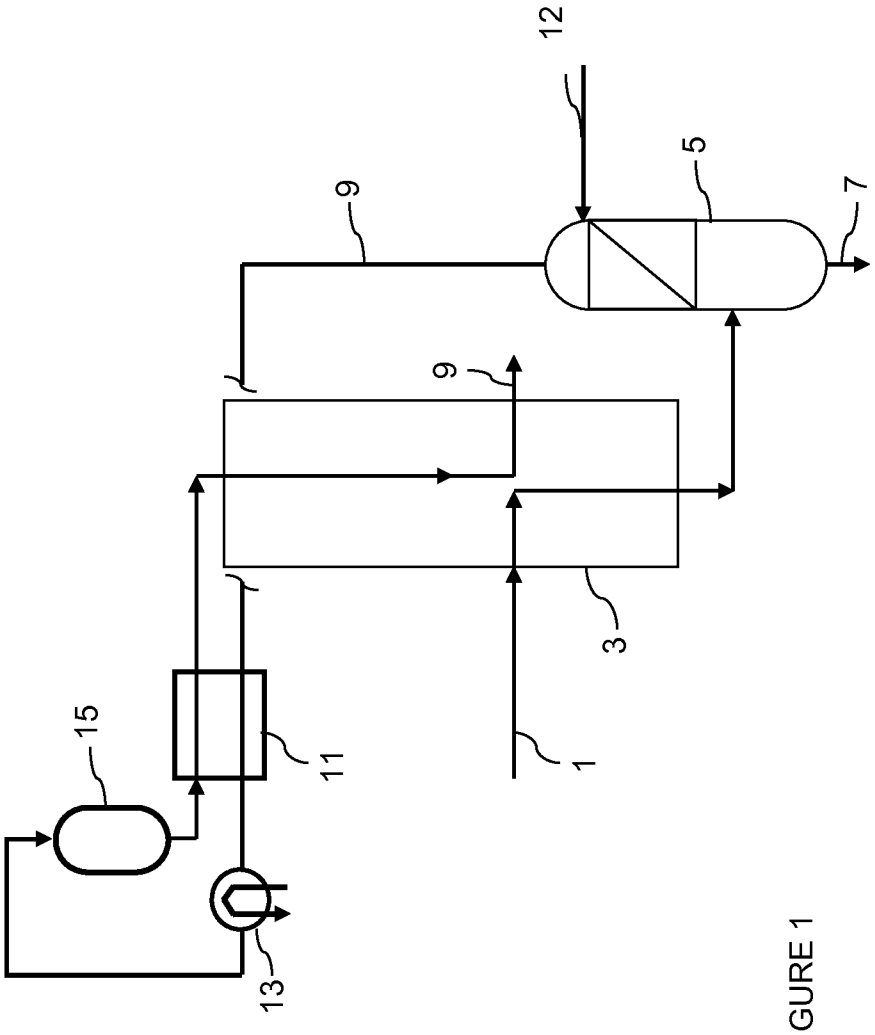


FIGURE 1

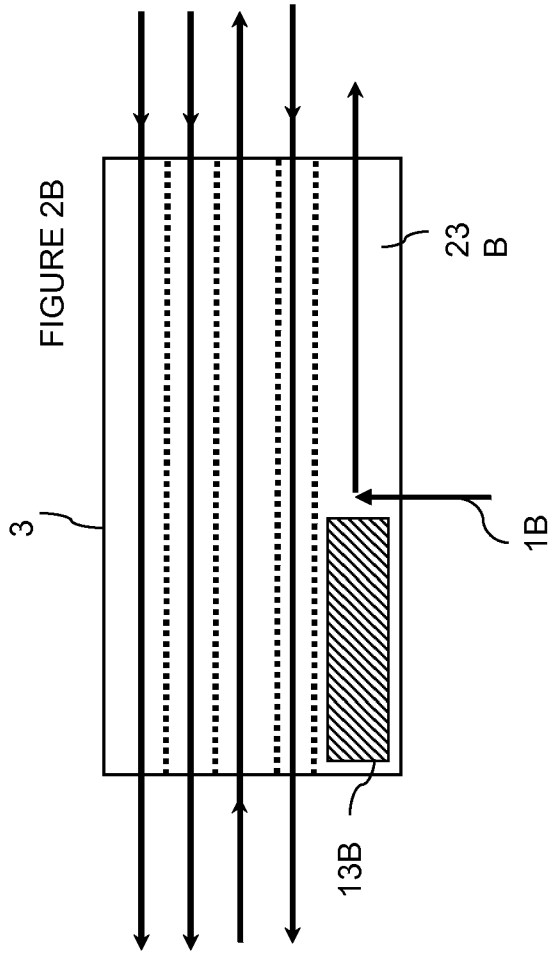


FIGURE 2B

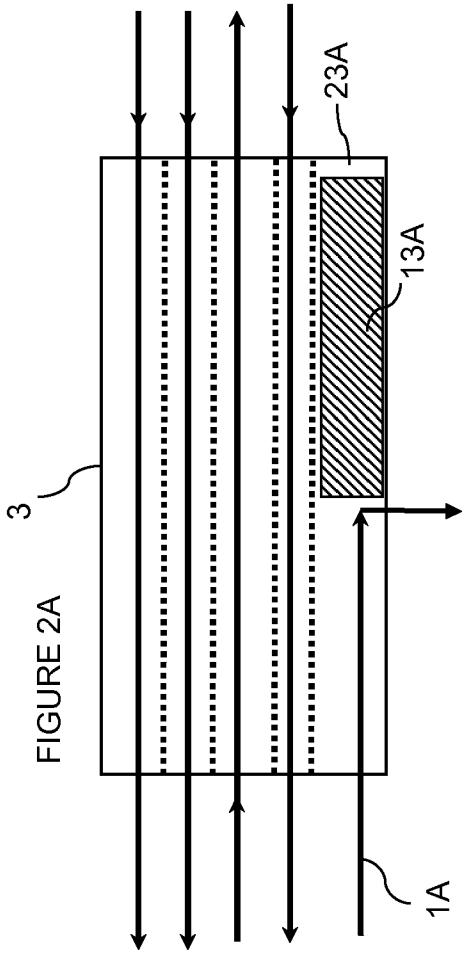


FIGURE 2A

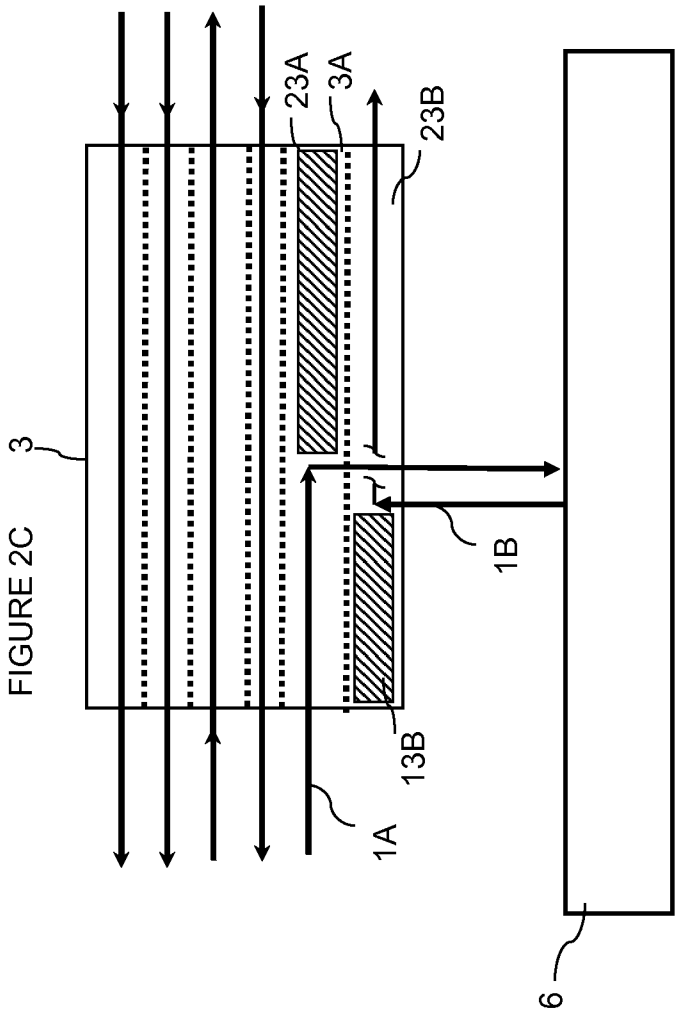


FIGURE 2C

2

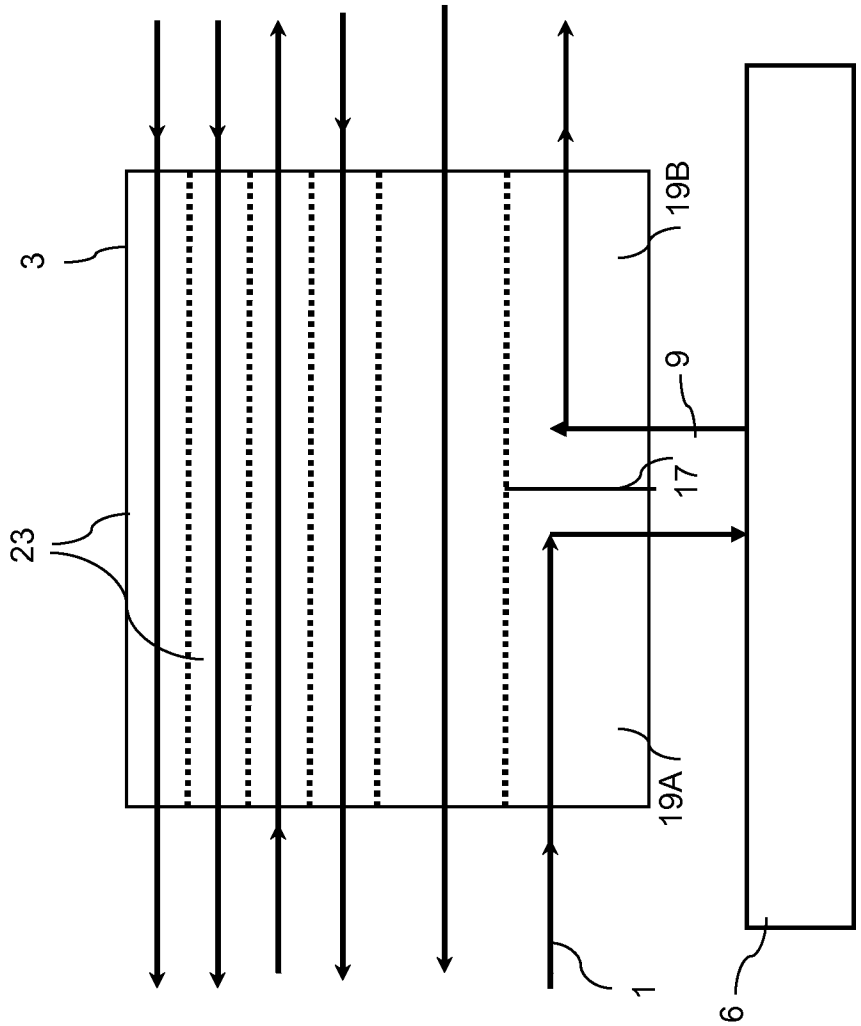


FIGURE 3

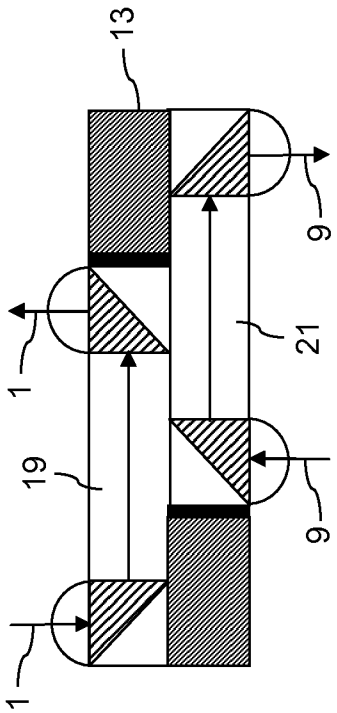


FIGURE 4

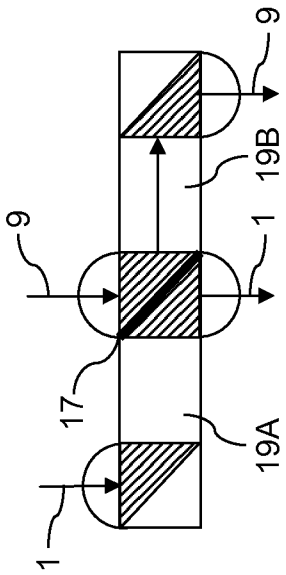


FIGURE 5B

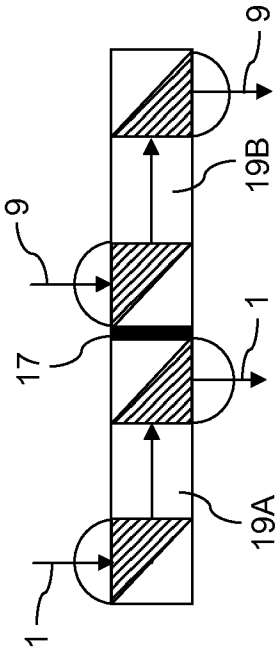


FIGURE 5D

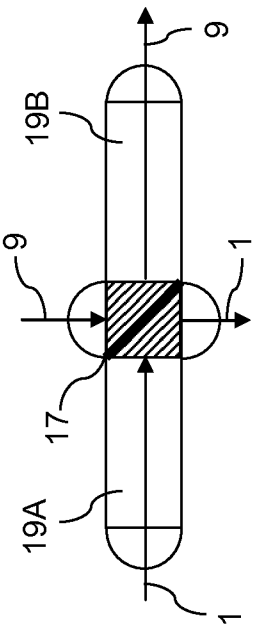


FIGURE 5A

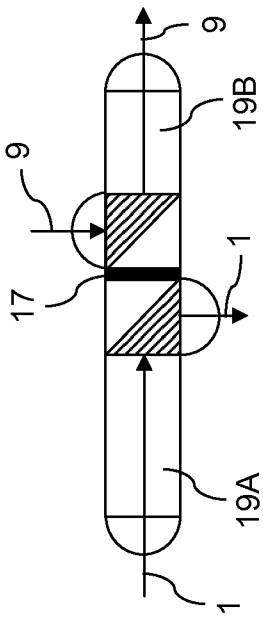


FIGURE 5C

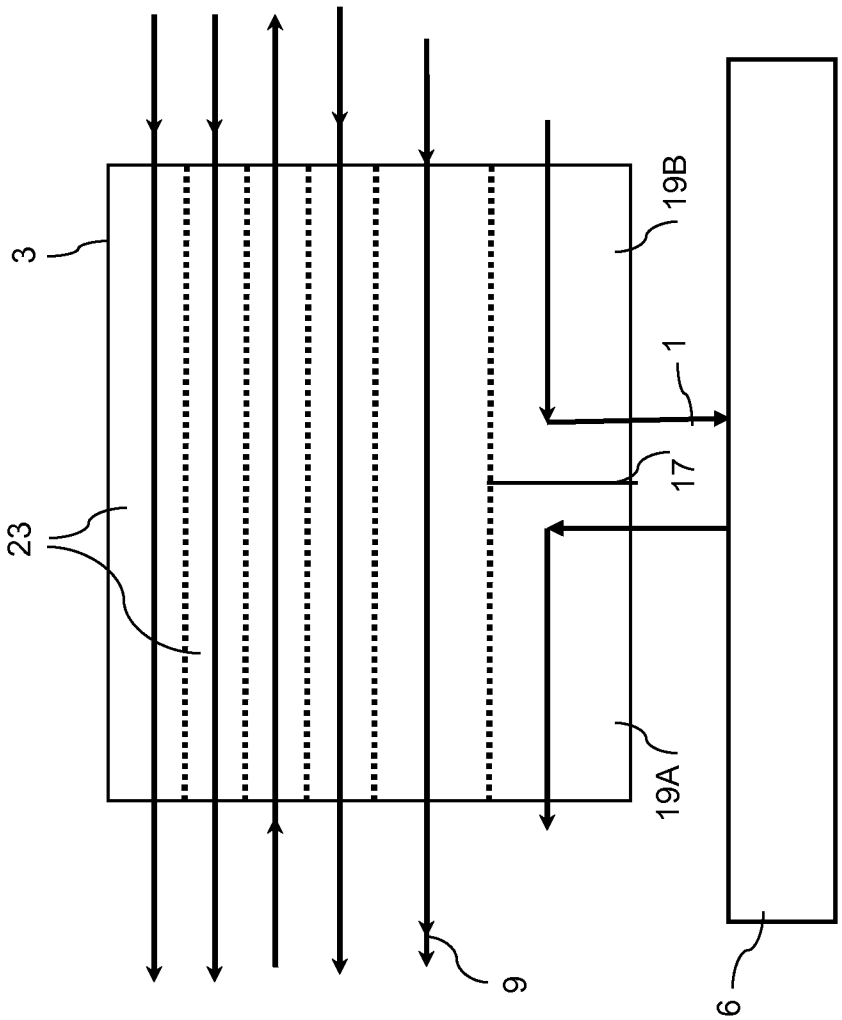


FIGURE 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/051386

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01D53/14 F25J3/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B01D F25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 911 390 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 18 July 2008 (2008-07-18) page 4, line 19 - page 4, line 28; figure 1	1,4-7,9
X	US 2008/196584 A1 (HA BAO [US]) 21 August 2008 (2008-08-21) paragraphs [0017], [0031]; figures 3,5,6	1-12
X	US 2010/024471 A1 (HEES WOLFGANG GEORG [SE] ET AL) 4 February 2010 (2010-02-04) figure 2	1,2,4-10
A	DE 38 22 175 A1 (LINDE AG [DE]) 4 January 1990 (1990-01-04) figure 1	1,9,10

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 September 2013	23/09/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	de Biasio, Arnaldo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/051386

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/231244 A1 (SHAH MINISH M [US] ET AL SHAH MINISH MAHENDRA [US] ET AL) 4 October 2007 (2007-10-04) paragraph [0045]; figures 1-4	1,9,10
A	FR 2 930 332 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 23 October 2009 (2009-10-23) figures 1,2	9,10
A	WO 2010/070226 A1 (AIR LIQUIDE [FR]; LOCKWOOD FREDERICK [FR]; RAVEX ALAIN [FR]; TRANIER J) 24 June 2010 (2010-06-24) figure 13	1,9,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2013/051386

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2911390 A1	18-07-2008	CN 101617189 A	30-12-2009
		EP 2137474 A2	30-12-2009
		FR 2911390 A1	18-07-2008
		US 2009293539 A1	03-12-2009
		WO 2008099106 A2	21-08-2008
US 2008196584 A1	21-08-2008	EP 2113060 A1	04-11-2009
		US 2008196584 A1	21-08-2008
		WO 2008099357 A1	21-08-2008
US 2010024471 A1	04-02-2010	AU 2009276042 A1	04-02-2010
		CA 2731480 A1	04-02-2010
		CN 102112830 A	29-06-2011
		EP 2304359 A1	06-04-2011
		JP 2011529843 A	15-12-2011
		KR 20110036767 A	08-04-2011
		RU 2011107597 A	10-09-2012
		US 2010024471 A1	04-02-2010
		WO 2010012658 A1	04-02-2010
DE 3822175 A1	04-01-1990	NONE	
US 2007231244 A1	04-10-2007	BR PI0709902 A2	26-07-2011
		CA 2648031 A1	08-11-2007
		CN 101460801 A	17-06-2009
		EP 2002190 A2	17-12-2008
		KR 20080112357 A	24-12-2008
		US 2007231244 A1	04-10-2007
		US 2010077795 A1	01-04-2010
		WO 2007126972 A2	08-11-2007
FR 2930332 A1	23-10-2009	CN 102007358 A	06-04-2011
		EP 2268989 A2	05-01-2011
		FR 2930332 A1	23-10-2009
		WO 2009144423 A2	03-12-2009
WO 2010070226 A1	24-06-2010	CN 102317207 A	11-01-2012
		CN 102317726 A	11-01-2012
		CN 102326044 A	18-01-2012
		EP 2379199 A1	26-10-2011
		EP 2379970 A1	26-10-2011
		EP 2379971 A1	26-10-2011
		FR 2940413 A1	25-06-2010
		US 2011252827 A1	20-10-2011
		US 2011296868 A1	08-12-2011
		US 2011302955 A1	15-12-2011
		WO 2010070226 A1	24-06-2010
		WO 2010076466 A1	08-07-2010
		WO 2010076467 A1	08-07-2010

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2013/051386

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B01D53/14 F25J3/02
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)
B01D F25J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 911 390 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 18 juillet 2008 (2008-07-18) page 4, ligne 19 - page 4, ligne 28; figure 1	1,4-7,9
X	US 2008/196584 A1 (HA BAO [US]) 21 août 2008 (2008-08-21) alinéas [0017], [0031]; figures 3,5,6	1-12
X	US 2010/024471 A1 (HEES WOLFGANG GEORG [SE] ET AL) 4 février 2010 (2010-02-04) figure 2	1,2,4-10
A	DE 38 22 175 A1 (LINDE AG [DE]) 4 janvier 1990 (1990-01-04) figure 1	1,9,10

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
11 septembre 2013	23/09/2013

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	de Biasio, Arnaldo

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2013/051386

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2007/231244 A1 (SHAH MINISH M [US] ET AL SHAH MINISH MAHENDRA [US] ET AL) 4 octobre 2007 (2007-10-04) alinéa [0045]; figures 1-4	1,9,10
A	FR 2 930 332 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 23 octobre 2009 (2009-10-23) figures 1,2	9,10
A	WO 2010/070226 A1 (AIR LIQUIDE [FR]; LOCKWOOD FREDERICK [FR]; RAVEX ALAIN [FR]; TRANIER J) 24 juin 2010 (2010-06-24) figure 13	1,9,10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2013/051386

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2911390 A1	18-07-2008	CN 101617189 A	30-12-2009
		EP 2137474 A2	30-12-2009
		FR 2911390 A1	18-07-2008
		US 2009293539 A1	03-12-2009
		WO 2008099106 A2	21-08-2008
US 2008196584 A1	21-08-2008	EP 2113060 A1	04-11-2009
		US 2008196584 A1	21-08-2008
		WO 2008099357 A1	21-08-2008
US 2010024471 A1	04-02-2010	AU 2009276042 A1	04-02-2010
		CA 2731480 A1	04-02-2010
		CN 102112830 A	29-06-2011
		EP 2304359 A1	06-04-2011
		JP 2011529843 A	15-12-2011
		KR 20110036767 A	08-04-2011
		RU 2011107597 A	10-09-2012
		US 2010024471 A1	04-02-2010
		WO 2010012658 A1	04-02-2010
DE 3822175 A1	04-01-1990	AUCUN	
US 2007231244 A1	04-10-2007	BR PI0709902 A2	26-07-2011
		CA 2648031 A1	08-11-2007
		CN 101460801 A	17-06-2009
		EP 2002190 A2	17-12-2008
		KR 20080112357 A	24-12-2008
		US 2007231244 A1	04-10-2007
		US 2010077795 A1	01-04-2010
		WO 2007126972 A2	08-11-2007
FR 2930332 A1	23-10-2009	CN 102007358 A	06-04-2011
		EP 2268989 A2	05-01-2011
		FR 2930332 A1	23-10-2009
		WO 2009144423 A2	03-12-2009
WO 2010070226 A1	24-06-2010	CN 102317207 A	11-01-2012
		CN 102317726 A	11-01-2012
		CN 102326044 A	18-01-2012
		EP 2379199 A1	26-10-2011
		EP 2379970 A1	26-10-2011
		EP 2379971 A1	26-10-2011
		FR 2940413 A1	25-06-2010
		US 2011252827 A1	20-10-2011
		US 2011296868 A1	08-12-2011
		US 2011302955 A1	15-12-2011
		WO 2010070226 A1	24-06-2010
		WO 2010076466 A1	08-07-2010
		WO 2010076467 A1	08-07-2010