

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2014/009643 A1

(43) Date de la publication internationale
16 janvier 2014 (16.01.2014)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
B01D 53/22 (2006.01) *B01D 53/00* (2006.01)
F25J 3/06 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/051620
- (22) Date de dépôt international :
8 juillet 2013 (08.07.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1256771 13 juillet 2012 (13.07.2012) FR
- (71) Déposant : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE [FR/FR]; 75, Quai d'Or-
say, F-75007 Paris (FR).
- (72) Inventeurs : DAVIDIAN, Benoit; 2 rue Jean Bart, F-
94100 Saint Maur Des Fosses (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).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR SEPARATING A CARBON DIOXIDE-RICH GAS BY PARTIAL CONDENSATION AND PERMEATION

(54) Titre : PROCÉDÉ DE SÉPARATION D'UN GAZ RICHE EN DIOXYDE DE CARBONE PAR CONDENSATION PARTIELLE ET PERMÉATION

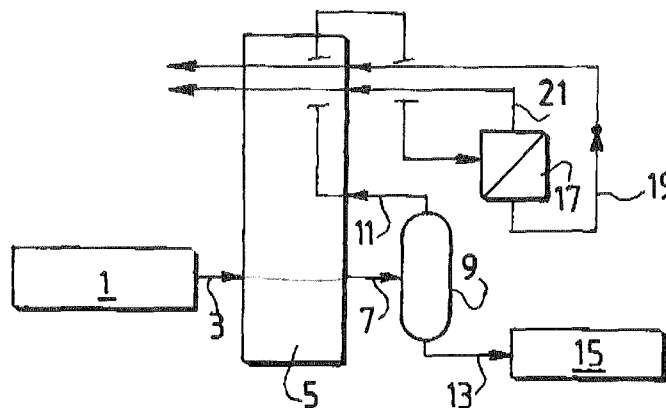


FIG.1

(57) Abstract : The invention relates to a separation method in which a carbon dioxide-rich gas is cooled in a first heat exchanger (5); the carbon dioxide-rich gas cooled in the first heat exchanger enters a first phase separator (9) at a first temperature between -50 °C and -53 °C; a carbon dioxide-enriched liquid (13) is drawn from the first phase separator and acts as product; a carbon dioxide-depleted gas (11) from the first separator is reheated in the first exchanger to a second temperature between -35 °C and -45 °C, without having been expanded downstream from the first phase separator and enters a permeation unit (17) at the second temperature; the reheated gas is subjected to at least one permeation step in the permeation unit in order to produce at least two fluids (19, 21) which are then reheated in the first exchanger, the fluid from the permeation unit, reheated in the exchanger, which exits the permeation unit at the lowest temperature, being at a temperature of more than -54 °C.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2014/009643 A1

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))*

Dans un procédé de séparation, un gaz riche en dioxyde de carbone est refroidi au moins dans un premier échangeur de chaleur (5), le gaz riche en dioxyde de carbone refroidi dans le premier échangeur de chaleur rentre dans un premier séparateur de phases (9) à une première température entre -50°C et -53°C, un liquide (13) enrichi en dioxyde de carbone est soutiré du premier séparateur de phases et sert de produit, un gaz (11) appauvri en dioxyde de carbone du premier séparateur de phases est réchauffé dans le premier échangeur jusqu'à une deuxième température entre -35°C et -45°C, sans avoir été détendu en aval du premier séparateur de phases et rentre dans une unité de perméation (17) à la deuxième température, le gaz réchauffé subit au moins une étape de perméation dans l'unité de perméation pour produire au moins deux fluides (19,21) qui sont réchauffés ensuite dans le premier échangeur, le fluide issu de l'unité de perméation, réchauffé dans l'échangeur, qui sort de l'unité de perméation à la température la plus basse étant à une température au-dessus de - 54°C.

Procédé de séparation d'un gaz riche en dioxyde de carbone par condensation partielle et perméation

5 La présente invention est relative à un procédé de séparation d'un gaz riche en dioxyde de carbone par condensation partielle et perméation.

Un gaz riche en dioxyde de carbone contient au moins 65% molaires, ou au moins 80% molaires, voire au moins 90% molaires de dioxyde de carbone, sur base sèche.

10 Le gaz riche en dioxyde de carbone contient au moins un gaz plus léger, tel que l'oxygène, l'azote, le monoxyde de carbone, l'hydrogène.

De préférence il contient moins que 5% molaire de méthane, voire moins que 2% molaire de méthane.

15 Tous les pourcentages dans ce document concernant des puretés sont des pourcentages molaires.

La séparation à basse température d'un gaz riche en dioxyde de carbone est particulièrement choisie comme voie de capture du CO₂ quand la concentration du gaz est suffisamment haute ($\geq 30\%$ molaire). Avant d'être refroidi (le plus souvent au plus proche du point triple du CO₂), généralement le gaz doit
20 être séché et sa pression doit être augmentée dans le but de capturer le CO₂ au rendement désiré, car la séparation est essentiellement basée sur la condensation partielle.

On peut augmenter ce rendement par le biais de membranes placées sur la tête du pot de condensation partielle comme illustré dans WO-A-2012/048078 : en
25 effet, on profite de la pression des incondensables que l'on va valoriser dans les membranes.

On choisira des membranes dans lesquelles le CO₂ va perméer préférentiellement par rapport aux autres composés pour capturer le CO₂ dans le perméat des membranes.

30 Des membranes capables d'effectuer une telle séparation sont connues de WO-A-2011/084516 et de « CO₂ Capture by Subambient Membrane Operation » de Kulkarni et al, 2010 NETL CO₂ Capture Technology.

Des détails des membranes adaptées pour la présente invention et leur fonctionnement sont donnés dans ces documents.

La perte de pression entre le gaz d'entrée des membranes et le perméat implique une chute importante de température. Cette chute de température sera appliquée à la fois sur le perméat et sur le résidu issu des membranes car le perméat va échanger de la chaleur avec le résidu.

La membrane agit ainsi comme un échangeur de chaleur, à tel point que dans certaines configurations (comme le contre courant) la chute de température est plus importante pour le résidu que pour le perméat.

De plus, le gaz issu du pot de condensation étant à l'équilibre de phase et proche du point triple, une chute de température trop importante pourrait liquéfier du CO₂, voire le geler dans la membrane, ce qui pourrait dégrader ses performances voire menacer son intégrité.

Enfin, si la température du résidu et/ou du perméat descend en deçà de la température du point triple (ce que l'on va facilement atteindre pour des rendements au niveau de la membrane élevés), la valorisation du froid de ces fluides dans un échangeur va s'avérer complexe. En effet, ces fluides étant particulièrement froids, on va chercher à refroidir du CO₂ contre eux. La température de peau au niveau de l'échange (tubes ou plaques par exemples) serait alors très basse et les risques de solidification du CO₂ à refroidir seraient très importants.

La présente invention traite de l'adaptation de la température de sortie des membranes pour éviter des températures trop basses impliquant des risques de solidification du CO₂ lors de la valorisation du froid des fluides en sortie des membranes.

L'invention consiste donc à limiter la chute de température jusqu'à une température supérieure au point triple du CO₂ pour pouvoir assurer la valorisation du froid généré par la séparation membranaire dans le reste du procédé.

Pour limiter la chute de température, on peut augmenter la température d'opération des membranes en réchauffant la tête du pot.

Plusieurs options sont alors possibles :

- réchauffage et valorisation du froid des fluides issus de la membrane dans la ligne d'échange principale (Figure 1),

- réchauffage dans un échangeur dédié (Figure 2), en particulier quand la ligne d'échange est séparée en deux avec la deuxième partie (la plus froide) utilisant une technologie évitant la prise en glace massive de la boîte froide (calandre et tubes par exemple).

5 Dans ce schéma, on sous refroidit le CO₂ BP avant sa détente contre tous les gaz dont la température est nettement inférieure à celle de la ligne d'échange (celle des plus hautes températures). Cela permet de cette manière de valoriser du froid à basse température contre des fluides plus chauds à des températures proches ce qui optimise le système par minimisation des pertes exergétiques lors
10 des échanges de chaleur.

- réchauffage de la tête de séparateur de phases et réchauffage intermédiaire (Figure 3). Les performances des membranes cryogéniques sont plus intéressantes quand la température est minimisée. Pour optimiser la séparation membranaire, on va donc réchauffer moins que dans les schémas
15 précédents la tête de pot et pour limiter la chute en température, on va ressortir d'un premier lot de modules, re-réchauffer avant d'aller dans les derniers modules de membranes. Ces deux réchauffages peuvent se faire comme précédemment dans la ligne d'échange principale ou dans un échangeur dédié.

On pourra répéter les réchauffages intermédiaires autant que possible pour
20 optimiser le système.

Quelle que soit la solution choisie, on fera attention à adapter la perte de charge dans les échangeurs dans les passes du (ou des) perméat(s) des membranes. En effet, la pression coté perméat étant particulièrement faible, le débit volumique du gaz est très important, ce qui impacte grandement la taille des
25 échangeurs. Choisir des pertes de charges importantes permettrait de diminuer la section de passage du (ou des) perméat(s) diminuant ainsi la taille de l'échangeur.

Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'un gaz riche en dioxyde de carbone par condensation partielle et perméation dans lequel le gaz riche en dioxyde de carbone est refroidi au moins dans un
30 premier échangeur de chaleur, le gaz riche en dioxyde de carbone refroidi dans le premier échangeur de chaleur ou un fluide dérivé de ce gaz rentre dans un premier séparateur de phases à une première température entre -50°C et -53°C, un liquide enrichi en dioxyde de carbone est soutiré du premier séparateur de

phases et sert de produit ou est traité pour l'enrichir encore plus en dioxyde de carbone, un gaz appauvri en dioxyde de carbone du premier séparateur de phases est réchauffé dans le premier échangeur ou un deuxième échangeur jusqu'à une deuxième température entre -35°C et -45°C, sans avoir été détendu
5 en aval du premier séparateur de phases et rentre dans une unité de perméation à la deuxième température, le gaz réchauffé subit au moins une étape de perméation dans l'unité de perméation pour produire au moins deux fluides qui sont réchauffés ensuite dans l'échangeur dans lequel le gaz appauvri a été réchauffé, le fluide issu de l'unité de perméation réchauffé dans l'échangeur qui
10 sort de l'unité de perméation à la température la plus basse étant à une température au-dessus de -54°C.

Selon d'autres aspects facultatifs :

- le gaz appauvri est réchauffé dans le deuxième échangeur et les au moins deux fluides issus de la perméation étant réchauffés dans le deuxième
15 échangeur, le deuxième échangeur ne servant pas à refroidir le gaz riche en dioxyde de carbone.

- un fluide provenant du traitement du liquide enrichi en dioxyde de carbone est envoyé au deuxième échangeur à une température inférieure à -40°C, pour réchauffer le gaz appauvri et les au moins deux fluides issus de la
20 perméation.

- le fluide provenant du traitement de liquide est un liquide contenant au moins 90% de dioxyde de carbone produit par distillation et détendu dans une vanne.

- le gaz appauvri est réchauffé dans le premier échangeur tout comme
25 les fluides issus de la perméation.

- l'unité de perméation permet d'effectuer une seule étape de perméation et le perméat et le résidu de l'étape de perméation sont envoyés se réchauffer dans le premier ou le deuxième échangeur de chaleur.

- l'unité de perméation permet d'effectuer une première étape de
30 perméation, produisant un perméat et un résidu, au moins une partie du résidu étant ensuite séparé par une deuxième étape de perméation avec une température d'entrée entre -40°C et -45°C, au moins deux des fluides choisis dans la liste au moins une partie d'un résidu de la première étape et/ou au moins une

partie d'un résidu de la deuxième étape et/ou au moins une partie d'un perméat de la deuxième étape et/ou au moins une partie d'un perméat de la première étape étant réchauffés dans le premier ou le deuxième échangeur.

5 - le gaz riche en dioxyde de carbone est envoyé du premier échangeur de chaleur au premier séparateur de phases sans avoir été séparé par perméation.

10 - le gaz riche en dioxyde de carbone est traité par une étape de condensation partielle et le gaz formé est au moins partiellement condensé pour former le fluide dérivé du gaz riche en dioxyde de carbone qui rentre dans le premier séparateur de phases.

Selon un autre aspect de l'invention, il est prévu un appareil de séparation d'un gaz riche en dioxyde de carbone par condensation partielle et perméation comprenant un premier échangeur de chaleur, des moyens pour envoyer le gaz riche en dioxyde de carbone se refroidir au moins dans un premier échangeur de
15 chaleur, un premier séparateur de phases, des moyens pour envoyer le gaz riche en dioxyde de carbone refroidi dans le premier échangeur de chaleur ou un fluide dérivé de ce gaz dans le premier séparateur de phases à une première température entre -50°C et -53°C , des moyens pour soutirer un liquide enrichi en dioxyde de carbone du premier séparateur de phases pour servir de produit ou
20 pour être traité pour l'enrichir encore plus en dioxyde de carbone, des moyens pour envoyer un gaz appauvri en dioxyde de carbone du premier séparateur de phases se réchauffer jusqu'à une température intermédiaire du premier échangeur ou d'un deuxième échangeur, la température intermédiaire étant une deuxième température entre -35°C et -45°C , sans moyen de détente du gaz appauvri en
25 dioxyde de carbone en aval du premier séparateur de phases, des moyens pour envoyer le gaz appauvri réchauffé dans une unité de perméation à la deuxième température, des moyens pour sortir au moins deux fluides de l'unité de perméation, des moyens pour envoyer les au moins deux fluides se réchauffer dans l'échangeur dans lequel le gaz appauvri a été réchauffé de sorte que le fluide
30 issu de l'unité de perméation et réchauffé dans l'échangeur qui sort de l'unité de perméation à la température la plus basse soit à une température au-dessus de -54°C .

L'invention sera décrite en plus de détail en se référant aux figures. Les Figures 1 à 3 représentent des procédés selon l'invention.

Dans la Figure 1, une unité d'oxycombustion 1 produit un débit de gaz 3 riche en dioxyde de carbone contenant au moins 80% de dioxyde de carbone en base sèche, ainsi qu'au moins de l'oxygène, de l'azote et de l'argon. Le gaz se refroidit dans un premier échangeur de chaleur 5 qui est un échangeur à plaques et à ailettes en aluminium brasé. Le gaz refroidi 7 à une température entre -50°C et -53°C est envoyé dans un séparateur de phases 9 qui produit un gaz 11 enrichi en oxygène, azote et argon contenant 34% de dioxyde de carbone et un liquide 13 enrichi en dioxyde de carbone. Le liquide 13 est envoyé à un stockage 15 comme produit final. Le gaz 11 est réchauffé dans le premier échangeur 5 à entre -35°C et -45°C, par exemple -40°C et puis envoyé à une étage de séparation par perméation 17. Cette perméation provoque un refroidissement des produits. Le perméat 19 à -42°C est détendu puis envoyé se réchauffer dans le premier échangeur 5. Le résidu 21 à -51°C est également envoyé se réchauffer dans le premier échangeur 5. Le plus froid des deux fluides 19, 21 est à une température au-dessus de -54°C à la sortie de l'unité 17.

Dans la Figure 2, une unité d'oxycombustion 1 produit un débit de gaz 3 riche en dioxyde de carbone contenant au moins 65% de dioxyde de carbone, ainsi qu'au moins de l'oxygène, de l'azote et de l'argon. Le gaz se refroidit dans un premier échangeur de chaleur 5 qui est un échangeur à plaques et à ailettes en aluminium brasé. Le gaz refroidi 7 est envoyé à un séparateur de phases 23 pour produire un gaz 25 enrichi en oxygène, azote et argon et un liquide 27. Le liquide 27 est détendu et alimenté la tête d'une colonne de séparation à basse température 15. Le gaz 25 est partiellement condensé dans un échangeur 29 à tubes et à calandre pour produire un débit diphasique 31. Ce débit 31 est à une température entre -50°C et -53°C et est envoyé dans un séparateur de phases 9 qui produit un gaz 11 enrichi en oxygène, azote et argon et un liquide 13 enrichi en dioxyde de carbone. Le liquide 13 est envoyé à la tête de la colonne 15. Le gaz 11 est réchauffé un second échangeur 105 jusqu'à entre -35°C et -45°C et puis envoyé à une étage de séparation par perméation 17. Cette perméation provoque un refroidissement des produits. Le perméat 19 est détendu puis envoyé se réchauffer dans le second échangeur 105. Le résidu 21 est également envoyé se

réchauffer dans le second échangeur 105. Le plus froid des deux fluides 19,21 est à une température au-dessus de -54°C à la sortie de l'unité 17. Le liquide de cuve 33 de la colonne de distillation se refroidit dans le second échangeur 105. Un fluide froid 47 à moins que -40°C peut se réchauffer dans l'échangeur 105. Un fluide 49 s'y refroidit. Le liquide 33 sousrefroidi dans le deuxième échangeur 105 se vaporise dans l'échangeur 29 pour former un produit gazeux qui se réchauffe ensuite dans le premier échangeur 5.

Dans la Figure 3, une unité d'oxycombustion 1 produit un débit de gaz 3 riche en dioxyde de carbone contenant au moins 80 % de dioxyde de carbone, ainsi qu'au moins de l'oxygène, de l'azote et de l'argon. Le gaz se refroidit dans un premier échangeur de chaleur 5 qui est un échangeur à plaques et à ailettes en aluminium brasé. Le gaz refroidi 7 à une température entre -50°C et -53°C est envoyé dans un séparateur de phases 9 qui produit un gaz 11 enrichi en oxygène, azote et argon et contenant 34% de dioxyde de carbone et un liquide 13 enrichi en dioxyde de carbone. Le liquide 13 est envoyé à un stockage 15 comme produit final. Le gaz 11 est réchauffé dans le premier échangeur 5 à entre -35°C et -45°C , par exemple -45°C et puis envoyé à deux étages de séparation par perméation en série 17, 117 formant une unité de perméation. Cette perméation provoque un refroidissement des produits. Le perméat 19 du premier étage de perméation 17 à -50°C est envoyé se réchauffer dans le premier échangeur 5. Le résidu 21 à -53°C est également envoyé se réchauffer dans le premier échangeur 5 jusqu'à une température intermédiaire de celui-ci (-45°C) puis alimente la deuxième étage de perméation 117 pour produire un perméat 41 à -47°C et un résidu 43 à -50°C . Le résidu se réchauffe dans le premier échangeur et le perméat 41 se mélange avec le perméat 19 pour faire un débit 45 à -49°C . Le plus froid des quatre fluides 19, 21, 41, 43 qui est le résidu 21 du premier étage est à une température au-dessus de -54°C à la sortie de l'unité 17, 117.

Comme le rendement du premier étage est de 64% et celui du deuxième est de 79%, le rendement global de l'unité de perméation est de 92%.

Il est également possible d'exploiter l'invention dans la variante de la Figure 3 sans réchauffer le résidu 21 du premier étage 17. Cette version n'est pas illustrée. Dans ce cas, le gaz 11 est à -45°C , le perméat 19 est à -42°C et le résidu 21 est à -51°C . Le résidu arrive dans le deuxième étage 117 toujours à -51°C .

Le perméat produit 41 est à -54°C et le résidu 43 est à -54°C. Les deux perméats se mélangent pour former un débit à -45°C. Comme le rendement du premier étage est de 75% et celui du deuxième est de 78%, le rendement global de l'unité de perméation est de 92%.

Revendications

5 1. Procédé de séparation d'un gaz riche en dioxyde de carbone par
condensation partielle et perméation dans lequel le gaz riche en dioxyde de
carbone est refroidi au moins dans un premier échangeur de chaleur (5), le gaz
riche en dioxyde de carbone refroidi dans le premier échangeur de chaleur ou un
10 fluide dérivé de ce gaz rentre dans un premier séparateur de phases (9) à une
première température entre -50°C et -53°C , un liquide (13) enrichi en dioxyde de
carbone est soutiré du premier séparateur de phases et sert de produit ou est
traité pour l'enrichir encore plus en dioxyde de carbone, un gaz (11) appauvri en
dioxyde de carbone du premier séparateur de phases est réchauffé dans le
premier échangeur ou un deuxième échangeur (105) jusqu'à une deuxième
15 température entre -35°C et -45°C , sans avoir été détendu en aval du premier
séparateur de phases et rentre dans une unité de perméation (17, 117) à la
deuxième température, le gaz réchauffé subit au moins une étape de perméation
dans l'unité de perméation pour produire au moins deux fluides (19, 21, 41, 43) qui
sont réchauffés ensuite dans l'échangeur (5, 105) dans lequel le gaz appauvri a
20 été réchauffé, le fluide issu de l'unité de perméation, réchauffé dans l'échangeur,
qui sort de l'unité de perméation à la température la plus basse étant à une
température au-dessus de -54°C .

25 2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel le gaz appauvri (11) est
réchauffé dans le deuxième échangeur (105) et les au moins deux fluides issus de
la perméation (19,21) étant réchauffés dans le deuxième échangeur, le deuxième
échangeur ne servant pas à refroidir le gaz (3) riche en dioxyde de carbone.

30 3. Procédé selon la revendication 2 dans lequel un fluide (33) provenant
du traitement du liquide enrichi en dioxyde de carbone est envoyé au deuxième
échangeur (105) à une température inférieure à -40°C , pour réchauffer le gaz
appauvri et les au moins deux fluides issus de la perméation.

4. Procédé selon la revendication 3 dans lequel le fluide provenant du traitement de liquide (33) est un liquide contenant au moins 90% de dioxyde de carbone produit par distillation et détendu dans une vanne.

5 5. Procédé selon la revendication 1 dans lequel le gaz appauvri (11) est réchauffé dans le premier échangeur tout comme les fluides (19, 21, 41, 43) issus de la perméation.

10 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'unité de perméation (17) permet d'effectuer une seule étape de perméation et le perméat (19) et le résidu (21) de l'étape de perméation sont envoyés se réchauffer dans le premier ou le deuxième échangeur de chaleur (5, 105).

15 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'unité de perméation (17, 117) permet d'effectuer une première étape de perméation, produisant un perméat (19) et un résidu (21), au moins une partie du résidu étant ensuite séparé par une deuxième étape de perméation avec une température d'entrée entre -40°C et -45°C, au moins deux des fluides choisis dans la liste au moins une partie d'un résidu de la première étape (21) et/ou au moins une partie
20 d'un résidu de la deuxième étape (43) et/ou au moins une partie d'un perméat (41) de la deuxième étape et/ou une partie d'un perméat (19) de la première étape étant réchauffés dans le premier ou le deuxième échangeur (5, 105).

25 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le gaz riche en dioxyde de carbone (3) est envoyé du premier échangeur de chaleur (5) au premier séparateur de phases (9) sans avoir été séparé par perméation.

30 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le gaz riche en dioxyde de carbone (3) est traité par une étape de condensation partielle et le gaz formé (25) est au moins partiellement condensé pour former le fluide (31) dérivé du gaz riche en dioxyde de carbone qui rentre dans le premier séparateur de phases.

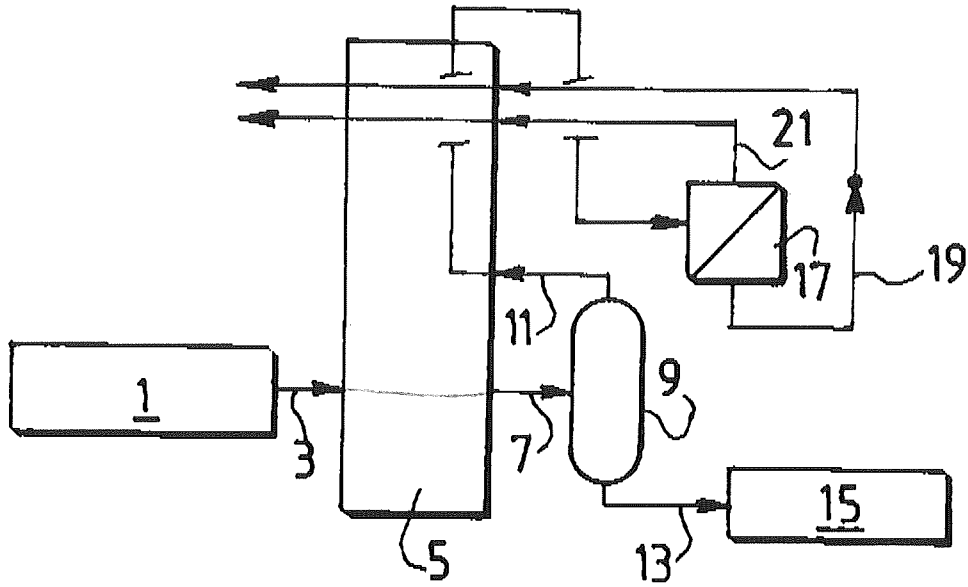


FIG. 1

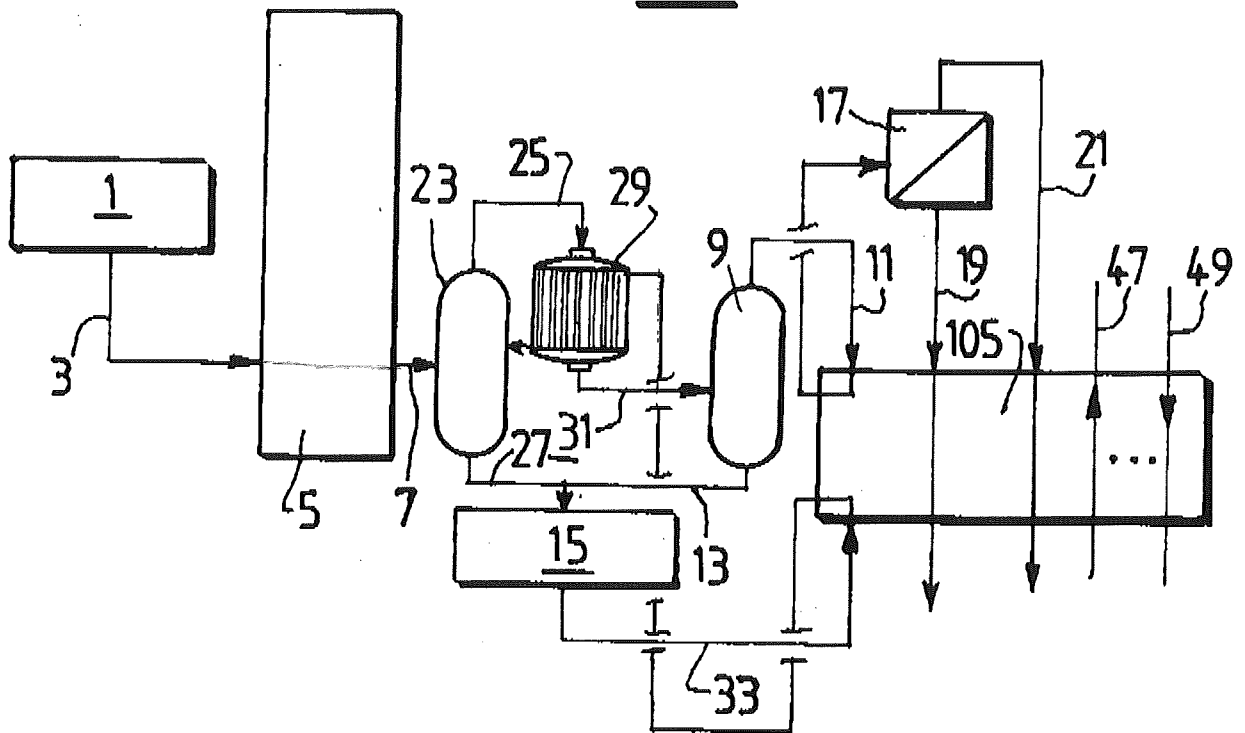


FIG. 2

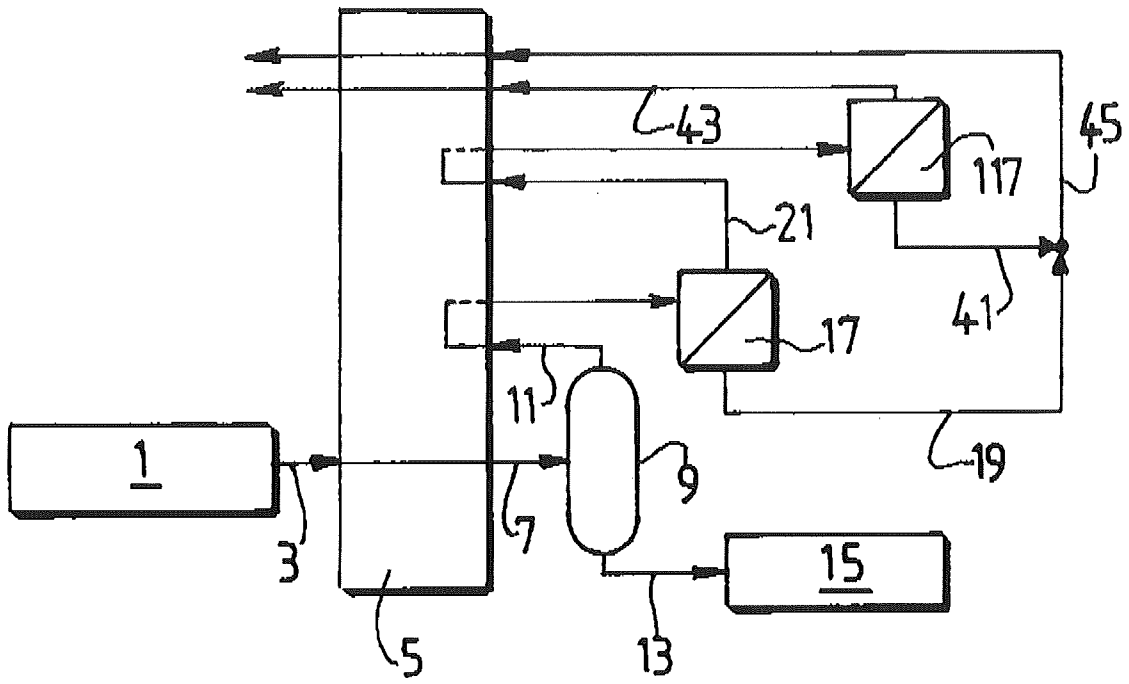


FIG.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/051620

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01D53/22 F25J3/06 B01D53/00
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.
A	US 2012/118011 A1 (TERRIEN PAUL [US] ET AL) 17 May 2012 (2012-05-17) abstract; figures 1,2,4,9 paragraphs [0002], [0008], [0016] - [0020], [0022], [0026], [0031] - [0034], [0036], [0037], [0059], [0061]	1-9
A	EP 1 952 874 A1 (AIR PROD & CHEM [US]) 6 August 2008 (2008-08-06) abstract; figures 1,2; table 3 paragraphs [0001], [0016] - [0019], [0021], [0036], [0040], [0043], [0112] - [0114], [0127]	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 1 October 2013	Date of mailing of the international search report 14/10/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Howe, Patrick

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/051620

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 2012/009109 A1 (WRIGHT ANDREW DAVID [GB] ET AL) 12 January 2012 (2012-01-12) abstract; figures 1,2,4,5; table 6 paragraphs [0001], [0025] - [0027], [0042], [0083] - [0087], [0204] - [0207], [0209], [0210], [0223], [0225] - [0229] -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/FR2013/051620

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012118011 A1	17-05-2012	US 2012118011 A1 WO 2012064941 A1	17-05-2012 18-05-2012

EP 1952874 A1	06-08-2008	AU 2008200176 A1 CA 2618407 A1 CN 101285573 A EP 1952874 A1 US 2008176174 A1	07-08-2008 23-07-2008 15-10-2008 06-08-2008 24-07-2008

US 2012009109 A1	12-01-2012	AU 2011203337 A1 CA 2745174 A1 CN 102423629 A EP 2404656 A2 US 2012009109 A1	02-02-2012 08-01-2012 25-04-2012 11-01-2012 12-01-2012

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/051620

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B01D53/22 F25J3/06 B01D53/00 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
A	US 2012/118011 A1 (TERRIEN PAUL [US] ET AL) 17 mai 2012 (2012-05-17) abrégé; figures 1,2,4,9 alinéas [0002], [0008], [0016] - [0020], [0022], [0026], [0031] - [0034], [0036], [0037], [0059], [0061]	1-9
A	EP 1 952 874 A1 (AIR PROD & CHEM [US]) 6 août 2008 (2008-08-06) abrégé; figures 1,2; tableau 3 alinéas [0001], [0016] - [0019], [0021], [0036], [0040], [0043], [0112] - [0114], [0127]	1-9
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> 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 1 octobre 2013		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 14/10/2013
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 Howe, Patrick

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	<p>US 2012/009109 A1 (WRIGHT ANDREW DAVID [GB] ET AL) 12 janvier 2012 (2012-01-12) abrégé; figures 1,2,4,5; tableau 6 alinéas [0001], [0025] - [0027], [0042], [0083] - [0087], [0204] - [0207], [0209], [0210], [0223], [0225] - [0229]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/051620

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012118011 A1	17-05-2012	US 2012118011 A1	17-05-2012
		WO 2012064941 A1	18-05-2012

EP 1952874 A1	06-08-2008	AU 2008200176 A1	07-08-2008
		CA 2618407 A1	23-07-2008
		CN 101285573 A	15-10-2008
		EP 1952874 A1	06-08-2008
		US 2008176174 A1	24-07-2008

US 2012009109 A1	12-01-2012	AU 2011203337 A1	02-02-2012
		CA 2745174 A1	08-01-2012
		CN 102423629 A	25-04-2012
		EP 2404656 A2	11-01-2012
		US 2012009109 A1	12-01-2012
