



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
06.12.2017 Bulletin 2017/49

(51) Int Cl.:
F25J 1/00 ^(2006.01) **F25J 1/02** ^(2006.01)
F25J 3/02 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17171766.3**

(22) Date de dépôt: **18.05.2017**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

(30) Priorité: **02.06.2016 FR 1654996**

(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE**
75007 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **COSTA DE BEAUREGARD, Pierre**
92130 ISSY LES MOULINEAUX (FR)
• **MURINO, Michele**
94500 CHAMPIGNY SUR MARNE (FR)
• **PICHOT, Delphine**
75011 PARIS (FR)

(74) Mandataire: **Grout de Beaufort, François-Xavier**
L'Air Liquide
Direction Propriété Intellectuelle
75, quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(54) **PROCÉDÉ DE LIQUÉFACTION DE DIOXYDE DE CARBONE ISSU D'UN COURANT DE GAZ NATUREL**

(57) Procédé de production de gaz naturel liquéfié (14) et de dioxyde de carbone (CO₂) liquide (15) comprenant au moins les étapes suivantes :

- Etape a): séparation d'un gaz d'alimentation de gaz naturel (1), contenant des hydrocarbures et du dioxyde de carbone dans une unité de traitement (2), en un courant gazeux enrichi en CO₂ (4) et un courant de gaz naturel appauvri en CO₂ (3) ;

- Etape b) : liquéfaction du courant de gaz naturel appauvri en CO₂ (3) issu de l'étape a) dans une unité de liquéfaction (5) de gaz naturel comprenant au moins un échangeur de chaleur principal (8) et un système de production de frigories (9), ladite unité de liquéfaction de gaz naturel (5) comprenant au moins un cycle de réfrigération

alimenté par un courant réfrigérant ;

- Etape c) : liquéfaction simultanée du courant gazeux enrichi en CO₂ (4) issu de l'étape a) dans une unité de liquéfaction de CO₂ (6);

caractérisé en ce que le froid nécessaire à la liquéfaction du courant gazeux enrichi en CO₂ (4) et à la liquéfaction du gaz naturel est fourni par ledit système (9) de production de frigories de l'unité (5) de liquéfaction de gaz naturel et en ce que le froid nécessaire à la liquéfaction du courant (4) gazeux enrichi en CO₂ provient d'une partie (13) dudit courant réfrigérant alimentant le cycle de réfrigération de ladite unité de liquéfaction de gaz naturel (5).

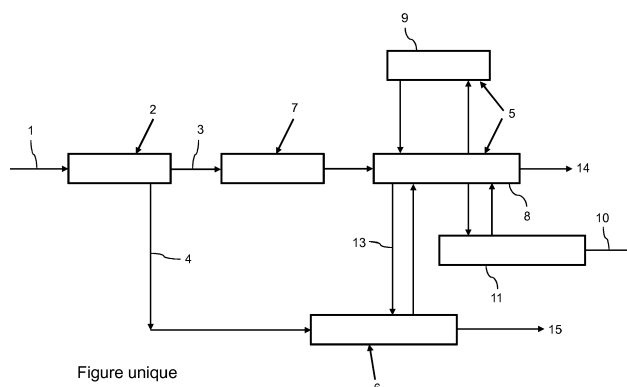


Figure unique

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de liquéfaction d'un courant d'hydrocarbures tel que le gaz naturel en particulier dans un procédé pour la production de gaz naturel liquéfié et de CO₂ liquide.

[0002] Sur des usines de liquéfaction de gaz naturel typiques, des courants réfrigérants sont utilisés pour produire le froid à différents niveaux d'un échangeur de chaleur principal en se vaporisant contre le courant d'hydrocarbures à liquéfier (typiquement le gaz naturel).

[0003] La présente invention concerne en particulier un procédé d'intégration thermique entre une unité de liquéfaction de gaz naturel et unité de purification/liquéfaction de CO₂.

[0004] Il est souhaitable de liquéfier le gaz naturel pour un certain nombre de raisons. A titre d'exemple, le gaz naturel peut être stocké et transporté sur de longues distances plus facilement à l'état liquide que sous forme gazeuse, car il occupe un volume plus petit pour une masse donnée et n'a pas besoin d'être stocké à une pression élevée.

[0005] Typiquement, le gaz naturel contient des hydrocarbures et du CO₂ (0,5% à 5% mol environ). Afin d'éviter le gel de ce dernier au cours de la liquéfaction du gaz naturel, il convient de le retirer. Un moyen permettant de retirer le CO₂ du courant de gaz naturel est par exemple un lavage aux amines situé en amont d'un cycle de liquéfaction.

[0006] Le lavage aux amines sépare le CO₂ du gaz d'alimentation par un lavage du courant de gaz naturel par une solution d'amines dans une colonne d'absorption. La solution d'amines enrichie en CO₂ est récupérée en cuve de cette colonne d'absorption et est régénérée à basse pression dans une colonne de régénération de l'amine distillation (ou stripping en anglais).

[0007] En tête de cette colonne de distillation, un gaz acide riche en CO₂ est rejeté. Ainsi le traitement du courant de gaz naturel par un lavage aux amines. Ainsi le courant de gaz naturel par un lavage aux amines rejette un flux concentré en CO₂ « gaz acide », le plus souvent directement émis à l'atmosphère.

[0008] Sur des liquéfacteurs de gaz naturel (50,000 tonnes par an à 10 millions de tonnes par an), la quantité de CO₂ émis est suffisante (quantité de CO₂ émis pouvant aller jusqu'à 200 tonnes par jour) et il est possible de purifier ce « gaz acide » riche en CO₂ en CO₂ alimentaire.

[0009] En effet, dans le domaine alimentaire, conformément à la législation en rigueur, pour pouvoir être commercialisé, le CO₂ produit doit répondre à des spécifications strictes en termes de qualité et de pureté. Ainsi, par exemple, toute trace d'hydrocarbures ou de dérivés soufrés doit être éliminée (typiquement teneur inférieure au ppm volumique).

[0010] Cette purification est effectuée grâce à une unité dédiée de purification de CO₂ nécessitant l'installation d'un cycle frigorifique dédié (typiquement un système de

réfrigération fonctionnant à l'ammoniac par exemple).

[0011] La fonction du cycle frigorifique dit « groupe de froid » consiste à apporter le froid nécessaire au procédé de purification/liquéfaction du CO₂.

[0012] Typiquement une unité standard de CO₂ contient les étapes suivantes :

Etape 1 : Compression du CO₂ impur jusqu'à une pression comprise entre 15 et 50 bar abs.

Etape 2 : Purification du CO₂ par exemple par des procédés mettant en oeuvre des adsorbants régénératifs, des absorbants ou de catalyseur pour éliminer toute présence d'eau, de mercure, d'hydrocarbures et de dérivés soufrés (liste d'impuretés non exhaustive).

Etape 3 : Distillation des incondensables pour séparer en particulier l'oxygène et l'azote du CO₂ produit.

[0013] Ainsi, classiquement dans une unité de purification/liquéfaction de CO₂, il est nécessaire d'apporter du froid à trois niveaux de température :

1. Froid vers -20°C/-30°C utilisé pour l'étape 3 décrite au paragraphe précédent.
2. Froid vers 5°C utilisé pour l'étape 2.
3. Froid à température ambiante pour refroidir le CO₂ impur en étape 1.

[0014] Le condenseur de la colonne de distillation mise en oeuvre à l'étape 3 représente environ 50% du total des besoins en froid. Ce froid peut être apporté via un cycle frigorifique dédié (typiquement à l'ammoniac ou au propane) couplé éventuellement d'un système de refroidissement à l'eau.

[0015] Le système de production de frigories représente un coût important de l'unité de purification et de liquéfaction du CO₂ et ajoute de la complexité de mise en oeuvre sur le site de mise en oeuvre du procédé ce qui représente une contrainte.

[0016] Une solution existante consiste à dissocier les deux unités (liquéfaction de gaz naturel et purification de CO₂) ce qui nécessite la mise en place de deux systèmes de production de frigories, un pour l'unité de liquéfaction de gaz naturel et un pour l'unité de purification de CO₂.

[0017] Les inventeurs de la présente invention ont alors mis au point une solution permettant de résoudre le problème soulevé ci-dessus, à savoir minimiser l'investissement dans un système de production de frigories dans l'unité de purification/liquéfaction de CO₂ et donc d'optimiser les dépenses d'investissement tout en gardant une efficacité optimale pour la liquéfaction du gaz naturel dans l'unité de liquéfaction.

[0018] La présente invention a pour objet un procédé de production de gaz naturel liquéfié et de dioxyde de carbone (CO₂) liquide comprenant au moins les étapes suivantes :

- Etape a) : séparation d'un gaz d'alimentation de gaz

naturel, contenant des hydrocarbures et du dioxyde de carbone dans une unité de traitement, en un courant gazeux enrichi en CO₂ et un courant de gaz naturel appauvri en CO₂ ;

- Etape b) : liquéfaction du courant de gaz naturel appauvri en CO₂ issu de l'étape a) dans une unité de liquéfaction de gaz naturel comprenant au moins un échangeur de chaleur principal et un système de production de frigories, ladite unité de liquéfaction de gaz naturel comprenant au moins un cycle de réfrigération alimenté par un courant réfrigérant ;
- Etape c) : liquéfaction simultanée du courant gazeux enrichi en CO₂ issu de l'étape a) dans une unité de liquéfaction de CO₂ ;

caractérisé en ce que le froid nécessaire à la liquéfaction du courant gazeux enrichi en CO₂ et à la liquéfaction du gaz naturel est fourni par ledit système de production de frigories de l'unité de liquéfaction de gaz naturel et en ce que tout ou partie du froid nécessaire à la liquéfaction du courant gazeux enrichi en CO₂ provient d'une partie dudit courant réfrigérant alimentant le cycle de réfrigération de ladite unité de liquéfaction de gaz naturel. De préférence tout le froid nécessaire à la liquéfaction du courant gazeux enrichi en CO₂ provient d'une partie dudit courant réfrigérant alimentant le cycle de réfrigération de ladite unité de liquéfaction de gaz naturel. L'objet de la présente invention est de coupler thermiquement une unité de liquéfaction d'un gaz riche en hydrocarbures, typiquement du gaz naturel, avec une unité de purification/liquéfaction de CO₂.

[0019] Par couplage thermique, on entend mise en commun des moyens de production de frigories pour assurer le bilan thermique des deux unités, typiquement compresseur de cycle de réfrigération, et éventuellement un système turbine/surpresseur dans le cas de cycle azote.

[0020] Par système turbine/surpresseur on entend une turbine mécaniquement couplée (via un arbre commun) à un compresseur mono-étagé. La puissance générée à travers la turbine étant directement transmise au compresseur mono-étagé.

[0021] Cette intégration thermique se matérialise par la mise en commun toute colonne, échangeur thermique, unité ou autre agencement adapté (typiquement un échangeur thermique) où des courants liés au procédé de liquéfaction de gaz naturel et des courants liés au procédé de purification/liquéfaction du CO₂ échangent thermiquement.

[0022] Le procédé objet de la présente invention permet de se passer du groupe de froid initialement nécessaire pour liquéfier le CO₂ et de soutirer le froid directement du liquéfacteur de gaz naturel. Cette intégration thermique permet ainsi de se passer d'un équipement dans l'unité de purification de CO₂.

[0023] L'intégration proposée permet de fournir du froid aux trois niveaux de température nécessaires.

[0024] Selon d'autres modes de réalisation, l'invention

a aussi pour objet :

- Un procédé tel que défini précédemment, caractérisé en ce que le gaz d'alimentation comprend de 0,1% molaire à 5% molaire de CO₂.
- Un procédé tel que défini précédemment, caractérisé en ce que le courant gazeux enrichi en CO₂ issu de l'étape a) comprend au moins 95% molaire de CO₂.
- Un procédé tel que défini précédemment, caractérisé en ce que préalablement à l'étape b), le courant de gaz naturel issu de l'étape a) est prétraité dans une unité de prétraitement.
- Un procédé tel que défini précédemment, caractérisé en ce que ladite unité de traitement mise en oeuvre à l'étape a) est une unité de lavage aux amines.
- Un procédé tel que défini précédemment, caractérisé en ce que le courant gazeux enrichi en CO₂ issu de l'étape a) est purifié préalablement à l'étape c), le froid nécessaire à cette purification étant fourni par ledit système de production de frigories de l'unité de liquéfaction de gaz naturel.
- Un procédé tel que défini précédemment, caractérisé en ce que le courant enrichi en CO₂ ainsi purifié comprend au moins 99,5% molaire de CO₂.
- Un procédé tel que défini précédemment, caractérisé en ce que ledit système de production de frigories comprend au moins un compresseur et éventuellement un système turbine-surpresseur.
- Un procédé tel que défini précédemment, caractérisé en ce que le courant réfrigérant alimentant ledit au moins un cycle de réfrigération de ladite unité de liquéfaction de gaz naturel contient au moins un des constituants choisis parmi l'azote, le méthane, l'éthylène, l'éthane, le propane, l'ammoniac, le butane et le pentane.

[0025] La présente invention a aussi pour objet un dispositif de production de gaz naturel liquéfié et de CO₂ liquéfié comprenant une unité de traitement d'un gaz d'alimentation, produisant au moins un courant gazeux enrichi en CO₂ et un courant de gaz naturel appauvri en CO₂, et une unité de liquéfaction de gaz naturel, ladite unité de liquéfaction de gaz naturel comprenant au moins un échangeur de chaleur principal et un système de production de frigories caractérisé en ce que le système de production de frigories est apte à et conçu pour liquéfier à la fois le courant enrichi en CO₂ issu de l'unité de traitement et le courant de gaz naturel appauvri en CO₂ circulant dans l'unité de liquéfaction de gaz naturel, ladite unité de liquéfaction de gaz naturel comprenant au moins un cycle de réfrigération alimenté par un courant réfrigérant issu de l'échangeur principal.

[0026] Selon d'autres modes de réalisations la présente invention a également pour objet :

- Un dispositif tel que défini précédemment, caracté-

risé en ce que ledit système de production de frigories comprend au moins un compresseur et éventuellement un système turbine-surpresseur.

- Un dispositif tel que défini précédemment, caractérisé en ce que ledit système de production de frigories comprend un cycle frigorifique, comportant un compresseur entraîné par un moteur thermique, un circuit de circulation d'un fluide réfrigérant.
- Un dispositif tel que défini précédemment, caractérisé en ce qu'il comprend une unité de purification et de liquéfaction de gaz enrichi en CO₂ comprenant au moins un moyen de compression, un moyen de purification et au moins une colonne de distillation, caractérisé en ce que ledit dispositif est conçu tel que le froid nécessaire pour la mise en oeuvre de l'unité de purification et de liquéfaction de gaz enrichi en CO₂ provient du courant réfrigérant alimentant le cycle de réfrigération de la dite unité de liquéfaction de gaz naturel.

[0027] Le besoin frigorifique d'une unité de liquéfaction de gaz naturel étant généralement plus important que le besoin frigorifique d'une unité de purification/liquéfaction de CO₂, il est pertinent de profiter de la capacité disponible des machines (compresseurs et/ou turbine-surpresseurs) de l'unité de liquéfaction de gaz naturel pour assurer en totalité ou au moins partiellement le besoin frigorifique de l'unité de purification/liquéfaction de CO₂ et notamment limiter l'investissement en machinerie de l'unité de purification/liquéfaction de CO₂.

[0028] En particulier, l'investissement incrémental pour augmenter la capacité de liquéfaction d'un liquéfacteur d'hydrocarbures est bien inférieur à l'investissement incrémental pour augmenter la capacité de production liquide d'une unité de purification/liquéfaction de CO₂.

[0029] En outre, d'autres étapes de traitement intermédiaires entre la séparation courant hydrocarbures/CO₂ et la liquéfaction des hydrocarbures peuvent être réalisées. Le courant d'hydrocarbures à liquéfier est généralement un flux de gaz naturel obtenu à partir de champs de gaz naturel, des réservoirs de pétrole ou d'un réseau de gaz domestique distribué via des pipelines.

[0030] Habituellement, le flux de gaz naturel est composé essentiellement de méthane. De préférence, le courant d'alimentation comprend au moins 80% mol de méthane. En fonction de la source, le gaz naturel contient des quantités d'hydrocarbures plus lourds que le méthane, tels que par exemple l'éthane, le propane, le butane et le pentane ainsi que certains hydrocarbures aromatiques. Le flux de gaz naturel contient également des produits non-hydrocarbures tels que H₂O, N₂, CO₂, H₂S et d'autres composés soufrés, le mercure et autres.

[0031] Le flux d'alimentation contenant le gaz naturel est donc prétraité avant d'être introduit dans l'échangeur de chaleur.

[0032] Ce prétraitement comprend la réduction et/ou l'élimination des composants indésirables tels que le CO₂ et le H₂S, ou d'autres étapes telles que le pré-re-

froidissement et/ou la mise sous pression. Etant donné que ces mesures sont bien connues de l'homme de l'art, elles ne sont pas davantage détaillées ici.

[0033] Dans le procédé objet de la présente invention, il est essentiel de prétraiter le courant de gaz naturel afin d'extraire un courant enrichi en CO₂ qui sera lui-même liquéfié grâce au système de production de frigories de l'unité de liquéfaction du gaz naturel.

[0034] L'expression "gaz naturel" telle qu'utilisée dans la présente demande se rapporte à toute composition contenant des hydrocarbures dont au moins du méthane. Cela comprend une composition « brute » (préalablement à tout traitement ou lavage), ainsi que toute composition ayant été partiellement, substantiellement ou entièrement traitée pour la réduction et/ou élimination d'un ou plusieurs composés, y compris, mais sans s'y limiter, le soufre, le dioxyde de carbone, l'eau, le mercure et certains hydrocarbures lourds et aromatiques.

[0035] L'échangeur de chaleur peut être tout échangeur thermique, toute unité ou autre agencement adapté pour permettre le passage d'un certain nombre de flux, et ainsi permettre un échange de chaleur direct ou indirect entre une ou plusieurs lignes de fluide réfrigérant, et un ou plusieurs flux d'alimentation.

[0036] L'invention sera décrite de manière plus détaillée en se référant à la figure qui illustre le schéma d'un mode de réalisation particulier d'une mise en oeuvre d'un procédé selon l'invention.

[0037] Sur la figure, un flux d'alimentation de gaz naturel 1 (débit considéré 500,000 tonnes par an soit environ 60 tonnes par heures) contenant du CO₂ est introduit dans une unité de traitement 2 dans laquelle ledit flux 1 est séparé en au moins deux courants gazeux 3 et 4. Le flux d'alimentation de gaz naturel 1 contient par exemple de 0,1 à 5% molaire de CO₂.

[0038] Le premier courant 3 est un courant de gaz naturel appauvri en CO₂. Le deuxième courant 4 est un courant enrichi en CO₂.

[0039] L'unité de traitement 2 est une unité qui sépare le CO₂ du courant de gaz naturel par exemple une unité d'absorption chimique, en particulier une unité de lavage aux amines (type MDEA, MEA, ...) qui permet de produire du CO₂ pur (ou concentré) à basse pression (typiquement légèrement supérieur à la pression atmosphérique). Par CO₂ pur on entend un courant contenant plus de 95% molaire de CO₂ sur une base sèche.

[0040] Après d'éventuelles étapes de pré-traitement pour éliminer toutes traces de mercure, d'eau ou de dérivés soufrés par exemple (pré-traitement dans l'unité 7), le courant de gaz naturel 3 appauvri en CO₂ est introduit dans l'échangeur principal 8 d'une unité de liquéfaction de gaz naturel 5 afin d'être liquéfié.

[0041] La pression de ce courant gazeux est par exemple comprise entre 25 et 60 bar absolus. Typiquement, le courant gazeux 3 contient entre 30 ppm en volume et 500 ppm en volume de benzène, usuellement moins de 100 ppm en volume. Le courant gazeux 3 est refroidi par échange thermique dans l'échangeur de chaleur 8 au

contact d'un réfrigérant. L'échangeur de chaleur 8 est alimenté par au moins un courant de réfrigérant 8.

[0042] Par exemple, ce courant peut être composé d'un courant de réfrigérant mixte ou d'azote qui fournit le froid nécessaire à la liquéfaction du courant de gaz naturel. Le courant de réfrigérant est envoyé dans l'échangeur à haute pression (typiquement de 30 à 60 bars) et renvoyé à basse pression (de 1 à 10 bar). L'énergie de recompression nécessaire au fonctionnement du cycle frigorifique est assurée par un compresseur de cycle (éventuellement complété par un système turbine/surpresseur dans le cadre d'un cycle azote)

[0043] Le courant de gaz naturel 3 appauvri en CO₂ introduit dans l'échangeur principal 8 d'une unité de liquéfaction de gaz naturel 5 est par exemple liquéfié selon le procédé décrit dans les lignes suivantes.

[0044] Le courant de gaz naturel refroidi à une température comprise entre -20°C et -70°C, typiquement comprise entre -35°C et -40°C en sortie d'échangeur 8 est introduit dans une unité 11 de séparation des hydrocarbures lourds du courant de gaz naturel, par exemple une colonne de lavage dans laquelle les produits lourds 10 sont séparés du gaz naturel. Par produits lourds on entend les hydrocarbures ayant plus de quatre atomes de carbone et les composés aromatiques dont notamment le benzène.

[0045] Un courant liquide 10 contenant tous les hydrocarbures que l'on souhaite extraire du courant de gaz naturel, tel que le benzène, (du courant gazeux initial 1 est évacué en cuve de colonne lavage.

[0046] En tête de colonne, un courant gazeux ne présentant plus de risque de gel dû à la présence d'hydrocarbures lourds ou de dérivés aromatiques (comprenant typiquement moins de 1 ppm en volume de benzène) est récupéré pour être introduit dans une deuxième section de l'échangeur de chaleur 8. Par échange thermique il est refroidi à la température souhaitée (typiquement -160°C) pour être envoyé vers un moyen de stockage de gaz naturel liquéfié 14.

[0047] Le courant de réfrigérant mixte récupéré en sortie de l'échangeur de chaleur 8 est introduit dans un pot séparateur de phases produisant un courant gazeux contenant les éléments légers du réfrigérant en tête de pot et un courant liquide 13 contenant les éléments lourds du réfrigérant en cuve de pot. Le courant réfrigérant circule en cycle fermé dans l'échangeur de chaleur 8 afin d'apporter le froid nécessaire pour liquéfier ledit courant 3 de gaz naturel.

[0048] En particulier, le cycle de liquéfaction 9 met en oeuvre un réfrigérant pouvant être un mélange de réfrigérants choisis parmi typiquement l'azote, le méthane, l'éthane, l'éthylène, le propane, le butane, le pentane. Il peut s'agir d'un cycle basé sur un cycle frigorifique constitué d'un réfrigérant ou d'un mélange de plusieurs réfrigérants.

[0049] Un courant de réfrigérant est introduit dans le système 9 de production de frigories de l'unité de liquéfaction 5 via un compresseur (et éventuellement un via

système compresseur/surpresseur).

[0050] Le deuxième courant gazeux 4 enrichi en CO₂ issu de l'unité de traitement 2 est comprimé à moyenne pression (typiquement 25 Bar abs), refroidi, purifié (élimination de toute trace d'H₂O Hydrocarbures, dérivés soufrés en particulier) puis renvoyé dans une colonne de distillation (colonne de stripping) qui sépare les incondensables en tête du CO₂ liquide concentré 15 récupéré en cuve.

[0051] Pour assurer le froid nécessaire au bon fonctionnement de l'unité de purification/liquéfaction 6, Une partie du courant liquide 13 contenant les éléments lourds du réfrigérant est extraite et est envoyée en circulation entre l'unité de purification/liquéfaction de CO₂ 6 et l'unité de liquéfaction de gaz naturel 5. Ainsi grâce à cette intégration thermique, on évite un cycle frigorifique dédié à l'unité 6 de purification/liquéfaction de CO₂ en augmentant la puissance du cycle dédié à la liquéfaction du gaz naturel (typiquement de l'ordre de 5%).

Revendications

1. Procédé de production de gaz naturel liquéfié (14) et de dioxyde de carbone (CO₂) liquide (15) comprenant au moins les étapes suivantes :

- Etape a): séparation d'un gaz d'alimentation de gaz naturel (1), contenant des hydrocarbures et du dioxyde de carbone dans une unité de traitement (2), en un courant gazeux enrichi en CO₂ (4) et un courant de gaz naturel appauvri en CO₂ (3) ;

- Etape b) : liquéfaction du courant de gaz naturel appauvri en CO₂ (3) issu de l'étape a) dans une unité de liquéfaction (5) de gaz naturel comprenant au moins un échangeur de chaleur principal (8) et un système de production de frigories (9), ladite unité de liquéfaction de gaz naturel (5) comprenant au moins un cycle de réfrigération alimenté par un courant réfrigérant ;

- Etape c) : liquéfaction simultanée du courant gazeux enrichi en CO₂ (4) issu de l'étape a) dans une unité de liquéfaction de CO₂ (6) ;

caractérisé en ce que le froid nécessaire à la liquéfaction du courant gazeux enrichi en CO₂ (4) et à la liquéfaction du gaz naturel est fourni par ledit système (9) de production de frigories de l'unité (5) de liquéfaction de gaz naturel et **en ce que** le froid nécessaire à la liquéfaction du courant (4) gazeux enrichi en CO₂ provient d'une partie (13) dudit courant réfrigérant alimentant le cycle de réfrigération de ladite unité de liquéfaction de gaz naturel (5) ; et **caractérisé en ce que** le gaz d'alimentation (1) comprend de 0,1% molaire à 5% molaire de CO₂.

2. Procédé selon l'une des revendications précédentes

tes, **caractérisé en ce que** le courant gazeux (4) enrichi en CO₂ issu de l'étape a) comprend au moins 95% molaire de CO₂.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** préalablement à l'étape b), le courant (3) de gaz naturel issu de l'étape a) est prétraité dans une unité de prétraitement (7). 5
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite unité de traitement (2) mise en oeuvre à l'étape a) est une unité de lavage aux amines. 10
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le courant gazeux (4) enrichi en CO₂ issu de l'étape a) est purifié préalablement à l'étape c), le froid nécessaire à cette purification étant fourni par ledit système de production de frigories de l'unité de liquéfaction (5) de gaz naturel. 15 20
6. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le courant enrichi en CO₂ ainsi purifié comprend au moins 99,5% molaire de CO₂. 25
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit système de production de frigories comprend au moins un compresseur et éventuellement un système turbine-surpresseur. 30
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le courant réfrigérant (13) alimentant ledit au moins un cycle de réfrigération de ladite unité de liquéfaction de gaz naturel (5) contient au moins un des constituants choisis parmi l'azote, le méthane, l'éthylène, l'éthane, le propane, l'ammoniac, le butane et le pentane. 35

40

45

50

55

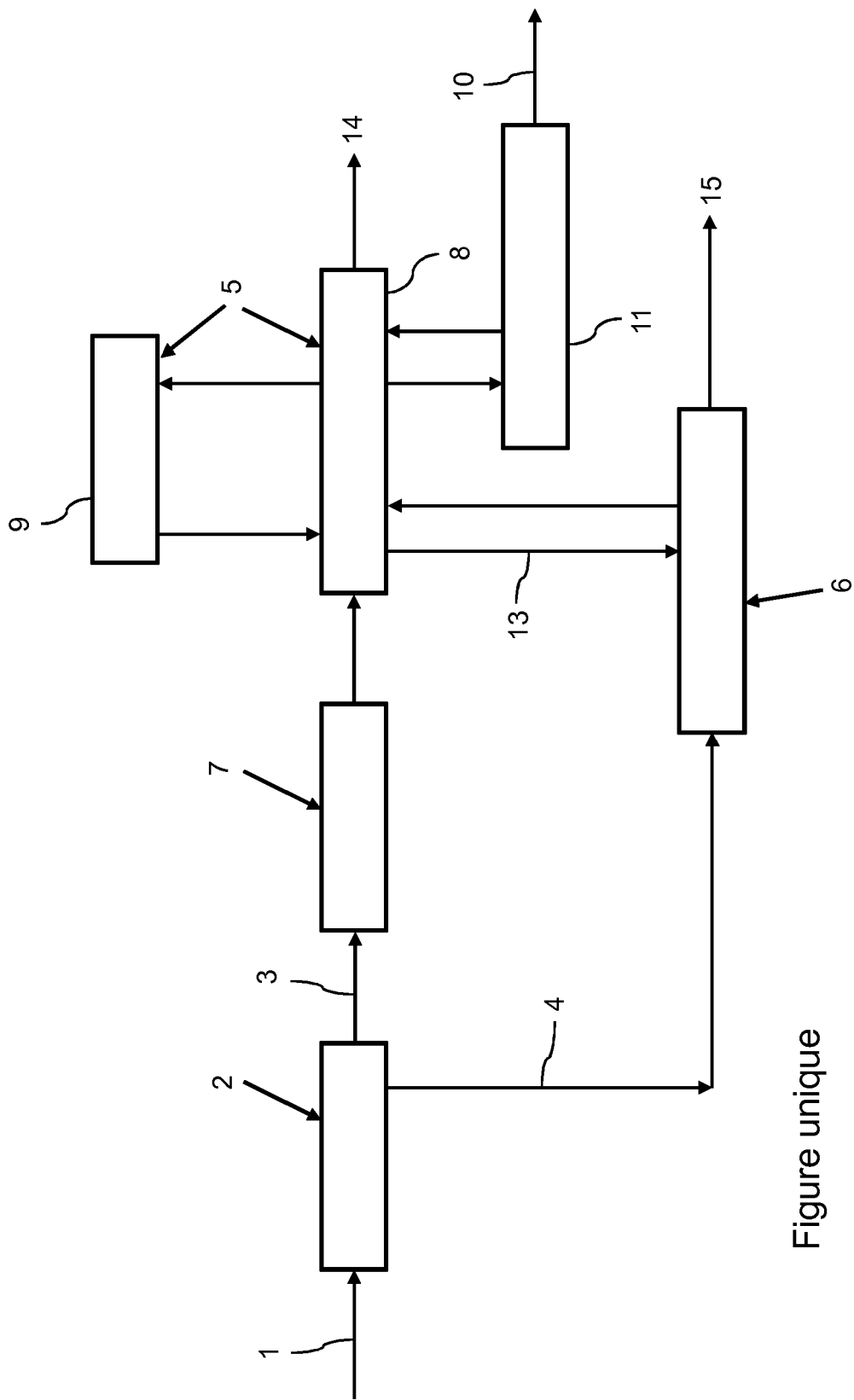


Figure unique



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 17 1766

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2011/126451 A1 (PAN JUSTIN I-CHING [US] ET AL) 2 juin 2011 (2011-06-02)	1-4	INV. F25J1/00 F25J1/02 F25J3/02
Y	* alinéas [0021], [0023], [0024], [0025]; figure 1 *	7,8	
Y	US 2015/308734 A1 (BAUER HEINZ [DE]) 29 octobre 2015 (2015-10-29) * figures 1,2 *	7,8	
Y	US 2004/035147 A1 (IIJIMA MASAKI [JP] ET AL) 26 février 2004 (2004-02-26) * figure 1 *	1-8	
Y	US 2011/296867 A1 (CUELLAR KYLE T [US] ET AL) 8 décembre 2011 (2011-12-08) * alinéas [0002], [0006], [0027]; figure 1 *	1-8	
Y	WO 99/35455 A1 (REDDY SATISH [US]) 15 juillet 1999 (1999-07-15) * page 9, ligne 20; figure 1 *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F25J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		8 août 2017	Schopfer, Georg
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 17 17 1766

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

08-08-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2011126451 A1	02-06-2011	AU 2010325057 A1 US 2011126451 A1 WO 2011066074 A2	19-04-2012 02-06-2011 03-06-2011
US 2015308734 A1	29-10-2015	AU 2015202096 A1 BR 102015008488 A2 CA 2886955 A1 CN 105004141 A DE 102014005936 A1 RU 2015115492 A US 2015308734 A1	12-11-2015 15-12-2015 24-10-2015 28-10-2015 29-10-2015 10-11-2016 29-10-2015
US 2004035147 A1	26-02-2004	AU 2003235029 A1 EP 1391669 A2 JP 4138399 B2 JP 2004077075 A US 2004035147 A1	11-03-2004 25-02-2004 27-08-2008 11-03-2004 26-02-2004
US 2011296867 A1	08-12-2011	AU 2011261670 A1 CA 2800699 A1 CN 102933273 A EP 2575996 A1 JP 5909227 B2 JP 2013532270 A KR 20130113956 A RU 2012157726 A TW 201143869 A US 2011296867 A1 WO 2011153087 A1 ZA 201209179 B	10-01-2013 08-12-2011 13-02-2013 10-04-2013 26-04-2016 15-08-2013 16-10-2013 20-07-2014 16-12-2011 08-12-2011 08-12-2011 28-08-2013
WO 9935455 A1	15-07-1999	AU 745739 B2 CA 2317539 A1 EP 1051587 A1 US 6301927 B1 WO 9935455 A1	28-03-2002 15-07-1999 15-11-2000 16-10-2001 15-07-1999

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82