

(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
22 juin 2017 (22.06.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/103533 A4

(51) Classification internationale des brevets :
F25J 1/00 (2006.01) F25J 1/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/053520

(22) Date de dépôt international :
16 décembre 2016 (16.12.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1562708 17 décembre 2015 (17.12.2015) FR
1650634 26 janvier 2016 (26.01.2016) FR

(71) Déposant : ENGIE [FR/FR]; 1 Place Samuel de Champlain, 92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs : BENOIT, Laurent; 136 rue Championnet, 75018 Paris (FR). DUCLOS, Pierre-Yves; 17 rue du capitaine Ferber, 92130 Issy les Moulineaux (FR). GUEDACHA, Hicham; 11 rue Yves Cariou, 92430 Marnes la Co-

quette (FR). BEN BELGACEM - STREK, Michel; 5 rue du Canada, 75018 Paris (FR).

(74) Mandataire : NOVAGRAAF TECHNOLOGIES; Bâtiment O2, 2 rue Sarah Bernhardt, CS90017, 92665 Asnières-Sur-Seine Cedex (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, SZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR LIQUEFYING NATURAL GAS BY MEANS OF A REFRIGERANT MIXTURE CYCLE USING A REFRIGERANT DISTILLATION COLUMN PROVIDED WITH A REBOILER

(54) Titre : PROCÉDÉ DE LIQUÉFACTION DU GAZ NATUREL A L'AIDE D'UN CYCLE A MÉLANGE RÉFRIGÉRANT AVEC COLONNE A DISTILLER DU RÉFRIGÉRANT MUNIE D'UN REBOUILLEUR

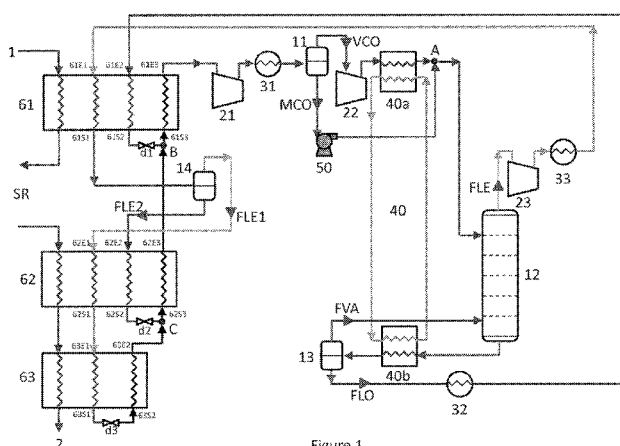


Figure 1

(57) Abstract : The present invention relates, in general, to a method for liquefying a gas including mostly methane, in which method said gas to be liquefied circulates in a primary circuit from a source (1) to a tank (2) for liquefied gas, and in which a refrigerant mixture circulates in a closed secondary circuit, said method using, in particular, a main cryogenic exchanger, three compressors (21; 22; 23) and three aftercoolers (31; 32; 33), a distillation column (12) and a reboiler (13). The method according to the present invention is characterised in that the heat energy provided to the reboiler (13) comes directly from the overheating caused by the compression of the second compressor (22), said heat energy being carried to the reboiler (13) by means of an intermediate loop (40) connecting two heat exchangers (40a; 40b), the first heat exchanger (40a) recovering the heat energy released by the compression carried out in said second compressor (22), which heat energy is retransmitted via the intermediate loop (40) to the second heat exchanger (40b) in order to transmit same to the reboiler (13). The present invention also relates to a liquefaction facility implementing the method of the invention.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/103533 A4



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).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avec revendications modifiées (art. 19.1))

Date de publication des revendications modifiées :

10 août 2017

La présente invention concerne de manière générale un procédé de liquéfaction d'un gaz comprenant majoritairement du méthane, dans lequel ledit gaz à liquéfier circule dans un circuit primaire d'une source (1) vers un réservoir (2) pour gaz liquéfié, et dans lequel un mélange réfrigérant circule dans un circuit secondaire fermé, ce procédé mettant notamment en œuvre un échangeur cryogénique principal, trois compresseurs (21; 22; 23) et trois post-refroidisseurs (31; 32; 33), une colonne à distiller (12) et un rebouilleur (13). Le procédé selon la présente invention étant caractérisé en ce que l'énergie calorifique apportée au rebouilleur (13) provient directement de la surchauffe provoquée par la compression du deuxième compresseur (22), cette énergie calorifique étant acheminée au rebouilleur (13) à l'aide d'une boucle intermédiaire (40) reliant deux échangeurs thermiques (40a; 40b), le premier échangeur thermique (40a) récupérant l'énergie calorifique dégagée par la compression réalisée dans ce deuxième compresseur (22), qui est retransmise par la boucle intermédiaire (40) au deuxième échangeur thermique (40b) pour la transmettre au rebouilleur (13). La présente invention a également pour objet une installation de liquéfaction mettant en œuvre le procédé de l'invention.

REVENDEICATIONS MODIFIÉES
reçues par le Bureau international le 19.Jun.2017 (19.06.2017)

1. Procédé de liquéfaction d'un gaz comprenant majoritairement du méthane, dans lequel ledit gaz à liquéfier circule dans un circuit primaire d'une source (1) vers un réservoir (2) pour gaz liquéfié, et dans lequel un mélange réfrigérant circule dans un circuit secondaire fermé, ledit procédé comprenant les phases suivantes :
- une phase de refroidissement/liquéfaction dans laquelle ledit gaz à liquéfier est refroidi et liquéfié suite à sa circulation dans un échangeur cryogénique principal comprenant au moins trois étages (61, 62, 63), disposés en cascade, dans lesquels ledit gaz est en contact direct avec un mélange réfrigérant dont la composition évolue selon l'étage de refroidissement:
 - le premier refroidissement étant réalisé dans un premier étage (61) entre la température ambiante et une température T0 égale ou supérieure à - 60°C,
 - le second refroidissement étant réalisé dans un deuxième étage (62) entre T0 et une température T1 comprise entre -140°C et -100°C, et
 - le troisième refroidissement étant réalisé dans un troisième étage (63) entre la température T1 et une température T2 comprise entre - 165°C et -140°C,
 - à l'issue de la phase de refroidissement, une phase de traitement est réalisée pour à la fois partiellement recondenser le mélange réfrigérant et le séparer en différentes fractions afin d'adapter sa composition aux besoins de refroidissement de chaque étage de l'échangeur cryogénique principal, ladite phase de traitement comprenant des étapes consistant à :
 - compresser et refroidir ledit mélange réfrigérant sortant du premier étage (61) dudit échangeur cryogénique principal par passages

- successifs dans au moins un premier compresseur (21), puis un premier post-refroidisseur (31) qui condense partiellement le mélange, puis dans un ballon séparateur (11) dans lequel la fraction liquide (MCO) du mélange réfrigérant est séparée de sa fraction vapeur (VCO) ;
- 5
- la fraction liquide (MCO) du mélange réfrigérant est pompée par une pompe (50), tandis que la fraction vapeur (VCO) du mélange réfrigérant est comprimée par un deuxième compresseur (22), puis refroidie dans un premier échangeur thermique (40a), les flux de
- 10
- fraction liquide (MCO) et de fraction vapeur (VCO) étant à la même pression ;
- séparer au moins en partie le mélange réfrigérant comprimé, sortant du deuxième compresseur (22) puis du premier échangeur thermique (40a), dans une colonne à distiller (12) munie d'un
- 15
- rebouilleur (13), en une fraction légère (FLE) et une fraction lourde (FLO) ;
- alimenter en énergie calorifique ledit rebouilleur (13) pour générer un flux de vapeur (FVA) et extraire au moins une partie des composés volatiles initialement compris dans le flux liquide de bas
- 20
- de colonne (12) ;
- refroidir ou post-refroidir, avec le milieu ambiant, lesdites fractions lourdes (FLO) sortant du rebouilleur (13) en les acheminant à travers un deuxième post-refroidisseur (32) avant de les introduire dans le premier étage (61) de l'échangeur cryogénique principal ;
- 25
- ledit procédé étant caractérisé en ce que ladite phase de traitement comprend en outre, après l'étape de refroidissement ou de post-refroidissement desdites fractions lourdes (FLO), une étape d'injection desdites fractions légères (FLE) issues de ladite colonne de distillation (12) dans le premier étage (61) de l'échangeur cryogénique principal en les acheminant au

préalable dans un troisième compresseur (23) et un troisième post-refroidisseur (33), et

en ce que l'énergie calorifique apportée au rebouilleur (13) provient directement de la surchauffe provoquée par la compression dudit mélange réfrigérant dans ledit deuxième compresseur (22), cette énergie calorifique étant acheminée au rebouilleur (13) à l'aide d'une boucle intermédiaire (40) reliant deux échangeurs thermiques (40a ; 40b), le premier échangeur thermique (40a) récupérant l'énergie calorifique dégagée par la compression réalisée dans ledit compresseur (22), qui est retransmise par la boucle intermédiaire (40) au deuxième échangeur thermique (40b) pour la transmettre au rebouilleur (13).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite fraction liquide (MCO) du mélange réfrigérant issue du ballon séparateur (11) est réinjectée directement à la sortie dudit premier échangeur thermique (40a).

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite fraction liquide (MCO) du mélange réfrigérant issue du ballon séparateur (11) est réinjectée directement dans le premier étage (61) de l'échangeur cryogénique principal.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le gaz à liquéfier contient du méthane en une proportion molaire d'au moins 80%.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le mélange réfrigérant est un mélange comprenant essentiellement de l'azote et des alcanes en $C_1 - C_5$.

6. Installation de liquéfaction d'un gaz comprenant un circuit primaire relié à une source (1) de gaz et à un réservoir (2) pour gaz liquéfié, l'installation comprenant :

- 5 - au moins un échangeur cryogénique principal comprenant au moins trois étages (61, 62, 63) disposés en cascade pour refroidir et liquéfier le gaz circulant dans le circuit primaire,
 - un circuit secondaire fermé dans lequel circule un mélange réfrigérant, ledit circuit secondaire comprenant au moins :
 - 10 • un premier compresseur (21) et un premier post-refroidisseur (31) en amont d'un ballon séparateur (11),
 - un deuxième compresseur (22) se situant entre ledit ballon séparateur (11) et une colonne de distillation (12),
 - un rebouilleur (13) intégré à ladite colonne de distillation (12), et
 - 15 • un troisième compresseur (23) ainsi qu'un troisième post-refroidisseur (33) en tête de ladite colonne de distillation (12),
- caractérisée en ce que l'installation comprend en outre une boucle intermédiaire (40) reliant deux échangeurs thermiques (40a ; 40b), le premier échangeur thermique (40a) récupérant l'énergie calorifique dégagée par le deuxième compresseur (22), qui est retransmise par la boucle intermédiaire
- 20 (40) au deuxième échangeur thermique (40b) pour la transmettre au rebouilleur (13).