



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**24.02.2021 Bulletin 2021/08**

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

(21) Numéro de dépôt: **20188281.8**

(22) Date de dépôt: **29.07.2020**

(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:  
**KH MA MD TN**

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

(72) Inventeur: **HERNANDEZ, Antoine**  
**94503 CHAMPIGNY SUR MARNE (FR)**

(30) Priorité: **20.08.2019 FR 1909300**

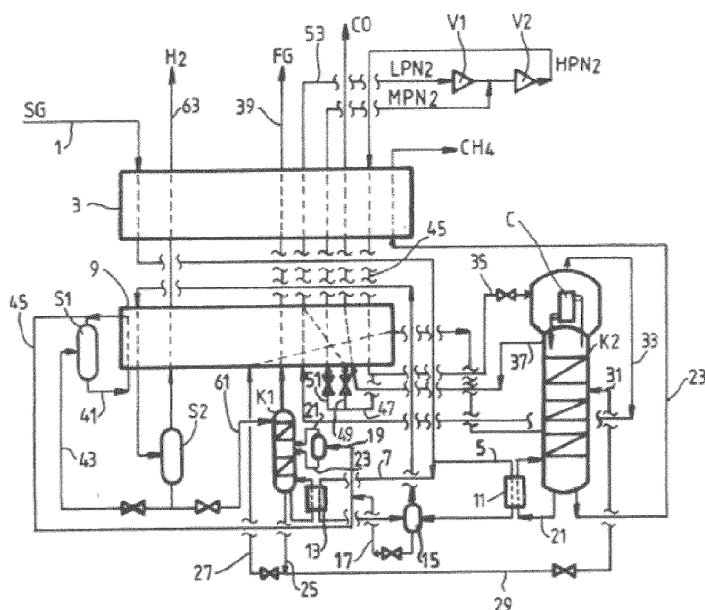
(74) Mandataire: **Air Liquide**  
**L'Air Liquide S.A.**  
**Direction de la Propriété Intellectuelle**  
**75, Quai d'Orsay**  
**75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(54) **PROCEDE ET APPAREIL DE PRODUCTION DE MONOXYDE DE CARBONE PAR CONDENSATION PARTIELLE**

(57) Dans un procédé de séparation par distillation cryogénique d'un mélange d'hydrogène, de méthane et de monoxyde de carbone (1), on refroidit le mélange dans un premier échangeur de chaleur (3,9) et on le condense partiellement dans au moins un deuxième échangeur de

chaleur (11,13) qui est un rebouilleur de cuve d'une première ou deuxième colonne (K1,K2) du système de colonnes et on envoie à un niveau intermédiaire de la première colonne au moins une partie (17,23) du liquide produit par la condensation partielle.

[FIG. 1]



## Description

**[0001]** La présente invention est relative à un procédé et à un appareil de production de monoxyde de carbone par condensation partielle.

**[0002]** Les unités de production de monoxyde de carbone et d'hydrogène peuvent être séparées en deux parties :

Génération du gaz de synthèse (mélange contenant H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, Ar et N<sub>2</sub> essentiellement). Parmi les diverses voies industrielles de production de gaz de synthèse, celle à base de gazéification de charbon semble se développer de plus en plus notamment dans les pays riches en dépôts de charbon comme la Chine. Le procédé d'oxydation partielle du gaz naturel peut s'avérer également intéressant pour la production de CO seul ou avec des rapports de production H<sub>2</sub>/CO faibles. Une autre voie est le reformage à la vapeur.

**[0003]** Purification du gaz de synthèse. On retrouve :

- une unité de lavage avec un solvant liquide pour éliminer la plus grande partie des gaz acides contenus dans le gaz de synthèse.
- une unité d'épuration sur lit d'adsorbants.
- une unité de séparation par voie cryogénique dite boîte froide pour la production de CO.

**[0004]** Dans le cas où le gaz de synthèse est produit à partir d'une gazéification de charbon à lit entraîné ou lit fluidisé, le procédé de la boîte froide est la condensation partielle. Pour les applications MEG, TDI/MDI ou PC par exemple, il est nécessaire d'inclure une colonne de séparation du CH<sub>4</sub> dans la boîte froide.

**[0005]** Dans le schéma de EP 0677483, les énergies de rebouillage des deux colonnes de séparation rapide (en anglais « flash ») et de séparation CO/CH<sub>4</sub> sont apportées par refroidissement du gaz de synthèse dans l'échangeur principal et par le cycle. Le gaz de synthèse est refroidi dans son ensemble jusqu'au bout froid de l'échangeur de chaleur avant de rentrer dans le pot séparateur de séparation de l'hydrogène.

**[0006]** Les inconvénients sont que :

- Le rebouillage des deux colonnes dans la ligne d'échange ne permet pas une bonne régulation des énergies de rebouillage.
- La consommation d'énergie du cycle de réfrigération est forte car le gaz de synthèse est refroidi dans sa totalité jusqu'au bout froid. Il n'y a pas de pot de condensation intermédiaire du gaz de synthèse pour en extraire le liquide condensé et éviter de le sous refroidir.

**[0007]** WO18039313 décrit des rebouilleurs indépendants des deux colonnes avec le refroidissement au gaz de synthèse mais l'ensemble du gaz de synthèse (liquide et gaz de sortie des rebouilleurs) est refroidi jusqu'au bout froid de la ligne d'échange selon les figures 3, 4 et

5. Dans les figures 1 et 2, les deux rebouilleurs sont en série, la totalité de la sortie du rebouilleur de la colonne de flash est envoyé dans le pot séparateur commun avec le bout froid. Le liquide de sortie du rebouilleur de la colonne CO/CH<sub>4</sub> est sous refroidi dans la ligne d'échange.

**[0008]** Les inconvénients sont que :

- Si les deux rebouilleurs sont en série, ceci crée des instabilités de l'énergie de rebouillage de la colonne d'épuisement lorsque la température de la sortie du premier rebouilleur varie en fonction des perturbations de composition du gaz de synthèse entrant.
- La sortie du deuxième rebouilleur est envoyée directement dans le pot de gaz de synthèse haute pression. Pour que la sortie du deuxième rebouilleur soit à une température proche du pot de gaz de synthèse haute pression, il faut baisser la pression de la colonne d'épuisement, ce qui a pour effet d'augmenter la quantité de CO dans le gaz de tête. Le rendement CO est réduit ainsi si le gaz de flash n'est pas recyclé, ou bien l'énergie de compression du recyclage du gaz de tête est augmentée.
- La colonne CO/CH<sub>4</sub> est opérée à basse pression suite à la baisse de pression de la colonne d'épuisement, ce qui augmente l'énergie de compression du CO sortie de cette colonne.
- L'énergie du cycle frigorifique est forte car tout le gaz de synthèse est refroidi jusqu'au bout froid, le liquide à la sortie du pot de condensation partielle du gaz de synthèse à la sortie des rebouilleurs est sous-refroidi et donc consomme du cycle frigorifique.

**[0009]** Dans US6266976, les énergies de rebouillage des deux colonnes sont apportées par refroidissement du gaz de synthèse et du cycle dans la ligne d'échange. Le liquide issu du premier pot de condensation partielle du gaz de synthèse sortie du premier échangeur de la ligne d'échange est envoyé dans la colonne d'épuisement mais comme reflux et non pas à un niveau intermédiaire (fluide 146).

**[0010]** Une partie du liquide du deuxième pot de condensation partielle du gaz de synthèse est envoyée comme reflux de la colonne d'épuisement mais après avoir été réchauffé dans la ligne d'échange.

**[0011]** Les inconvénients sont :

- Le rebouillage des deux colonnes dans la ligne d'échange ne permet pas un bon contrôle des énergies de rebouillages.
- Forte teneur en CO dans le gaz de flash sortie tête de colonne d'épuisement qui conduit à augmenter l'énergie de recycle du gaz de séparation rapide (en anglais « flash ») ou bien perte de rendement en CO si le gaz de séparation rapide (en anglais « flash ») n'est pas recyclé.

**[0012]** Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation par distillation cryogénique dans un système de colonnes d'un mélange d'hydrogène, de méthane et de monoxyde de carbone comprenant une première et une deuxième colonnes dans lequel :

- i. On refroidit le mélange dans un premier échangeur de chaleur et on en condense au moins une partie partiellement dans au moins un deuxième échangeur de chaleur qui est un rebouilleur de cuve de la deuxième colonne du système de colonnes et on envoie à un niveau intermédiaire de la première colonne au moins une partie du liquide produit par la condensation partielle ou un liquide dérivé de ce liquide par au moins une étape de condensation partielle, seulement l'au moins une partie du mélange et du liquide de cuve de la deuxième colonne échangeant de la chaleur dans le deuxième échangeur de chaleur, le liquide de cuve vaporisé étant renvoyé à la deuxième colonne dont il provient,
- ii. On soutire un gaz de tête enrichi en hydrogène de la première colonne et on le réchauffe dans le premier échangeur de chaleur,
- iii. On soutire un liquide enrichi en monoxyde de carbone et en méthane de la cuve de la première colonne et on l'envoie à au moins un niveau intermédiaire de la deuxième colonne,
- iv. On soutire un liquide riche en méthane de la cuve de la deuxième colonne et un fluide riche en monoxyde de carbone de la tête de la deuxième colonne, et
- v. On produit de la réfrigération pour tenir en froid le procédé au moyen d'un cycle de réfrigération.

**[0013]** Selon d'autres aspects facultatifs :

- on envoie une partie du mélange refroidi à un rebouilleur de la première colonne.
- on envoie au moins une partie du mélange refroidi se refroidir au deuxième échangeur qui est un rebouilleur de la deuxième colonne et ensuite on envoie l'au moins une partie du mélange refroidi à un troisième échangeur qui est un rebouilleur de la première colonne.
- on envoie au moins une partie du mélange refroidi se condenser partiellement dans le rebouilleur de la deuxième colonne pour produire un gaz et un liquide, ensuite on envoie le gaz à un troisième échangeur qui est un rebouilleur de la première colonne et on envoie au moins une partie du liquide produit par condensation au moins partielle du gaz dans le troisième échangeur au point intermédiaire de la première colonne.
- on envoie une partie condensée, produite suite à au moins une étape de condensation partielle du mélange, en tête de la première colonne du système de colonnes.
- la première colonne a un rebouilleur de cuve et n'a

pas de condenseur de tête.

- la première colonne opère à entre 13 et 16 bars abs.
- la deuxième colonne opère à une pression au-dessus de 6 bars abs.
- 5 • la deuxième colonne a un rebouilleur de cuve et un condenseur de tête.
- le gaz de tête de la première colonne contient moins de 35 % mol, voire moins de 25% mol, de monoxyde de carbone.
- 10 • le gaz de tête de la première colonne contient plus de 60 % mol, voire plus de 75% mol, d'hydrogène.
- le mélange se refroidit dans le premier échangeur de chaleur jusqu'à une température intermédiaire de celui-ci et ensuite sort du premier échangeur de chaleur avant d'être envoyé au rebouilleur.
- 15 • le fluide riche en monoxyde de carbone de la tête de la deuxième colonne et/ou le gaz de tête enrichi en hydrogène de la première colonne se refroidit dans le premier échangeur de chaleur depuis le bout froid du premier échangeur de chaleur.
- 20 • on refroidit dans la partie la plus froide du premier échangeur de chaleur un gaz dérivé par condensation partielle du mélange refroidi dans le premier échangeur de chaleur.

25

- [0014]** Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de séparation par distillation cryogénique d'un mélange d'hydrogène, de méthane et de monoxyde de carbone comprenant un système de colonnes comprenant une première colonne et une deuxième colonne, un premier échangeur de chaleur, un deuxième échangeur de chaleur, des moyens pour envoyer le mélange se refroidir dans le premier échangeur de chaleur, des moyens pour envoyer le mélange refroidi se condenser partiellement dans au moins le deuxième échangeur de chaleur qui est un rebouilleur de cuve de la deuxième colonne du système de colonnes, des moyens pour envoyer à un niveau intermédiaire de la première colonne au moins une partie du liquide produit par la condensation partielle ou un liquide dérivé de ce liquide par au moins une étape de condensation partielle, seulement le mélange et du liquide de cuve de la colonne échangeant de la chaleur dans le deuxième échangeur de chaleur, des moyens pour renvoyer le liquide de cuve vaporisé à la colonne dont il provient, des moyens pour soutirer un gaz de tête enrichi en hydrogène de la première colonne, des moyens pour envoyer le gaz de tête se réchauffer dans le premier échangeur de chaleur, des moyens pour soutirer un liquide enrichi en monoxyde de carbone et en méthane de la cuve de la première colonne, des moyens pour envoyer le liquide enrichi en monoxyde de carbone et en méthane à au moins un niveau intermédiaire de la deuxième colonne, des moyens pour soutirer un liquide riche en méthane de la cuve de la deuxième colonne, des moyens pour soutirer un fluide riche en monoxyde de carbone de la tête de la deuxième colonne et un cycle de réfrigération pour produire de la réfrigération pour tenir en froid le procédé.

**[0015]** L'invention sera décrite de manière très détaillée en se référant aux figures 1 et 2 qui illustrent des procédés selon l'invention.

**[0016]** **[Fig. 1]** décrit un procédé de séparation d'un mélange gazeux, tel qu'un gaz de synthèse, selon l'invention. Les deux rebouilleurs en parallèle avec un pot commun en sortie des deux rebouilleurs, le gaz résultant est refroidi dans la ligne d'échange et la fraction liquide est envoyée en partie intermédiaire de la colonne d'épuisement.

**[0017]** Un mélange gazeux 1 contenant au moins du monoxyde de carbone, de l'hydrogène et du méthane est refroidi dans la première section 3 d'un échangeur de chaleur en deux sections 3,9.

**[0018]** Le mélange refroidi est divisé en deux parties 5,7. La partie 5 est partiellement condensée en la refroidissant dans un rebouilleur de cuve 13 d'une colonne K1, qui est une colonne d'épuisement (en anglais « stripping »). La partie 7 est partiellement condensée en la refroidissant dans un rebouilleur de cuve d'une colonne K2 qui est une colonne de distillation CO/CH<sub>4</sub>. Les débits partiellement condensés sont mélangés dans un séparateur de phases 15.

**[0019]** Le gaz produit est refroidi dans la section 9 de l'échangeur où il se condense partiellement et est envoyé à un séparateur de phases S2. Le gaz 63 du séparateur de phases S2 est réchauffé dans les sections 9,3. Le liquide du séparateur de phases S2 est envoyé en tête de colonne K1.

**[0020]** Le liquide 17 du séparateur de phases 15 est détendu puis mélangé avec un autre débit pour former un débit diphasique 19. Le débit 19 est séparé dans un séparateur de phases pour former un gaz 21 et un liquide 23, les deux étant envoyés à un niveau intermédiaire de la colonne K1.

**[0021]** Une partie 45 du liquide du séparateur de phases 15 est refroidi dans la section 9 de l'échangeur de chaleur où il se condense partiellement avant d'être envoyé vers un séparateur de phases S1.

**[0022]** Le liquide de cuve du séparateur de phases S2 est divisé en deux. Une partie 61 est envoyée comme liquide en tête de la colonne K1. Le reste 43 est détendu et alimente le séparateur de phases S1. Le liquide 41 formé dans le séparateur S1 se vaporise dans la section 9 pour former un gaz mélange avec le gaz du séparateur S1 et le débit formé 45 est mélangé avec le débit 17 du séparateur 15.

**[0023]** Le gaz de tête 21 de la colonne K1 se réchauffe dans les deux sections 9,3 pour former un gaz 63 riche en hydrogène.

**[0024]** Du liquide de cuve de la colonne K1 est vaporisé dans le rebouilleur 13 et renvoyé à la colonne K1.

**[0025]** La colonne K1 opère à une pression entre 13 et 16 bar abs et le gaz de tête 21 a la composition suivante :

- CO : 20-35% mol
- H<sub>2</sub>: 65-80 %

- CH<sub>4</sub>: 0.1%
- N<sub>2</sub>: 0.5%
- Ar: 0.1%

**[0026]** Du liquide de cuve de la colonne K1 est divisé en deux pour former deux débits liquides détendus 27,31. Le débit détendu 31 est envoyé à un niveau intermédiaire de la deuxième colonne K2 et le débit détendu 27 se réchauffe partiellement dans la section 9 pour être envoyé à un niveau intermédiaire de la deuxième colonne K2 inférieur à celui de l'arrivée du débit 31.

**[0027]** Un liquide de cuve 21 est envoyé au rebouilleur 11, se vaporise et est renvoyé à la colonne K2, qui opère à une pression supérieure à 6 bars abs.

**[0028]** Un autre liquide de cuve 23 de la colonne K2 est réchauffé dans la section 3 pour former un produit riche en méthane.

**[0029]** Un gaz de tête 37 de la colonne K2 est réchauffé dans les sections 9,3 pour former un produit riche en monoxyde de carbone.

**[0030]** Le condenseur de tête C de la colonne CO/CH<sub>4</sub> K2 est alimenté en liquide par un cycle d'azote, comprenant deux compresseurs V1, V2 et avec deux niveaux de vaporisation à des pressions différentes dans la section 9. Ce cycle est complètement indépendant du reste du procédé et peut être remplacé par un cycle de réfrigération différent.

**[0031]** **[Fig 2]** décrit un procédé de séparation d'un mélange gazeux selon l'invention, similaire à celui de la figure 1. Les deux rebouilleurs 11,13 sont en série. Ainsi le mélange 1 refroidi dans la section 3 uniquement arrive comme débit 5 dans le premier rebouilleur 11, vaporise le liquide de cuve 21 et s'en trouve partiellement condensé. Le mélange partiellement condensé est envoyé au pot séparateur 15 qui se trouve à la sortie du premier rebouilleur 11. Le liquide 17 du pot 15 est envoyé à un pot 65 dont le liquide 67 est envoyé à une partie intermédiaire de la colonne K1. Le gaz 77 du pot 15 est partiellement condensé dans le deuxième rebouilleur 13. Un deuxième pot 65 se trouve à la sortie du deuxième rebouilleur 13. La fraction vapeur du deuxième pot 65 est refroidie dans la ligne d'échange 9 alors que les fractions liquides 17,67 des deux pots 15,65 sortie rebouilleur respectivement sont envoyées en partie intermédiaire de la colonne de K1.

**[0032]** La solution est à sélectionner à partir de celles des deux figures en fonction de la pression du gaz de synthèse 1 entrant et de la teneur en CO dans le gaz de synthèse 1 entrant.

## Revendications

1. Procédé de séparation par distillation cryogénique dans un système de colonnes d'un mélange d'hydrogène, de méthane et de monoxyde de carbone (1,5,7) comprenant une première et une deuxième colonne dans lequel :

- i. On refroidit le mélange dans un premier échangeur de chaleur (3,9) et on en condense partiellement au moins une partie dans au moins un deuxième échangeur de chaleur (11,13) qui est un rebouilleur de cuve de la deuxième colonne (K1, K2) du système de colonnes et on envoie à un niveau intermédiaire de la première colonne (K1) au moins une partie du liquide (17,67) produit par la condensation partielle ou un liquide (23,75) dérivé de ce liquide (67) par au moins une étape de condensation partielle, seulement l'au moins une partie du mélange et du liquide de cuve (21) de la deuxième colonne échangeant de la chaleur dans le deuxième échangeur de chaleur, le liquide de cuve vaporisé étant renvoyé à la colonne dont il provient,
- ii. On soutire un gaz de tête (39) enrichi en hydrogène de la première colonne et on le réchauffe dans le premier échangeur de chaleur,
- iii. On soutire un liquide (25,27,29) enrichi en monoxyde de carbone et en méthane de la cuve de la première colonne (K1) et on l'envoie à au moins un niveau intermédiaire de la deuxième colonne (K2),
- iv. On soutire un liquide (23) riche en méthane de la cuve de la deuxième colonne et un fluide riche en monoxyde de carbone (37) de la tête de la deuxième colonne, et
- v. On produit de la réfrigération pour tenir en froid le procédé au moyen d'un cycle de réfrigération (V1,V2,35,45,47,49,53).
2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel on envoie une partie (77) du mélange refroidi au deuxième échangeur de chaleur (13) qui est un rebouilleur de la première colonne (K1).
  3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel on envoie au moins une partie du mélange refroidi se refroidir au deuxième échangeur (11) qui est un rebouilleur de la deuxième colonne (K2) et ensuite on envoie l'au moins une partie du mélange refroidi à un troisième échangeur qui est un rebouilleur (13) de la première colonne (K1).
  4. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel on envoie au moins une partie du mélange refroidi se condenser partiellement dans le deuxième échangeur (11) qui est un rebouilleur de la deuxième colonne (K2) pour produire un gaz (77) et un liquide (17), ensuite on envoie le gaz à un troisième échangeur (13) qui est un rebouilleur de la première colonne (K1) et on envoie au moins une partie du liquide produit par condensation au moins partielle du gaz dans le troisième échangeur au point intermédiaire de la première colonne.
  5. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel on envoie une partie condensée (61), produite suite à au moins une étape de condensation partielle du mélange, en tête de la première colonne (K1) du système de colonnes.
  6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la première colonne (K1) a un rebouilleur de cuve (13) et n'a pas de condenseur de tête.
  7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le mélange (1) se refroidit dans le premier échangeur de chaleur (3,9) jusqu'à une température intermédiaire de celui-ci et ensuite sort du premier échangeur de chaleur avant d'être envoyé au rebouilleur.
  8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le fluide (37) riche en monoxyde de carbone de la tête de la deuxième colonne (K2) et/ou le gaz de tête (39) enrichi en hydrogène de la première colonne (K1) se refroidi(ssen)t dans le premier échangeur de chaleur (3,9) depuis le bout froid du premier échangeur de chaleur.
  9. Appareil de séparation par distillation cryogénique d'un mélange d'hydrogène, de méthane et de monoxyde de carbone (1,5,7) comprenant un système de colonnes comprenant une première colonne (K1) et une deuxième colonne (K2), un premier échangeur de chaleur (3,9), un deuxième échangeur de chaleur (11,13), des moyens pour envoyer le mélange se refroidir dans le premier échangeur de chaleur, des moyens pour envoyer le mélange refroidi se condenser partiellement dans au moins le deuxième échangeur de chaleur qui est un rebouilleur de cuve de la deuxième colonne, des moyens pour envoyer à un niveau intermédiaire de la première colonne au moins une partie (75) du liquide produit par la condensation partielle ou un liquide dérivé de ce liquide par au moins une étape de condensation partielle, seulement le mélange et du liquide de cuve de la deuxième colonne échangeant de la chaleur dans le deuxième échangeur de chaleur, des moyens pour renvoyer le liquide de cuve vaporisé à la deuxième colonne, des moyens pour soutirer un gaz de tête (39) enrichi en hydrogène de la première colonne, des moyens pour envoyer le gaz de tête se réchauffer dans le premier échangeur de chaleur, des moyens pour soutirer un liquide enrichi en monoxyde de carbone et en méthane (25, 29) de la cuve de la première colonne, des moyens pour envoyer le liquide enrichi en monoxyde de carbone et en méthane à au moins un niveau intermédiaire de la deuxième colonne, des moyens pour soutirer un liquide riche en méthane de la cuve (23) de la deuxième colonne, des moyens pour soutirer un fluide riche en monoxyde de carbone (37) de la tête de la deuxième colonne et un cycle de réfrigération (V1,V2, C, 35,

45,47,49 pour produire de la réfrigération pour tenir en froid le procédé.

10. Appareil selon la revendication 9 comprenant des moyens pour envoyer au moins une partie du mélange refroidi se refroidir au deuxième échangeur qui est un rebouilleur de la deuxième colonne (K2), un troisième échangeur qui est un rebouilleur de la première colonne et des moyens pour envoyer l'au moins une partie du mélange refroidi au troisième échangeur. 5  
10
11. Appareil selon la revendication 9 ou 10 comprenant des moyens pour envoyer au moins une partie du mélange refroidi se condenser partiellement dans le rebouilleur de la deuxième colonne (K2) pour produire un gaz et un liquide, un troisième échangeur qui est un rebouilleur de la première colonne (K1), des moyens pour envoyer ensuite le gaz au troisième échangeur et des moyens pour envoyer au moins une partie du liquide produit par condensation au moins partielle du gaz dans le troisième échangeur au point intermédiaire de la première colonne. 15  
20
12. Appareil selon l'une des revendications 9 à 11 comprenant des moyens pour envoyer une partie condensée, produite suite à au moins une étape de condensation partielle du mélange, en tête de la première colonne du système de colonnes. 25  
30
13. Appareil selon l'une des revendications 9 à 12 dans lequel la première colonne (K1) a un rebouilleur de cuve (13). 35

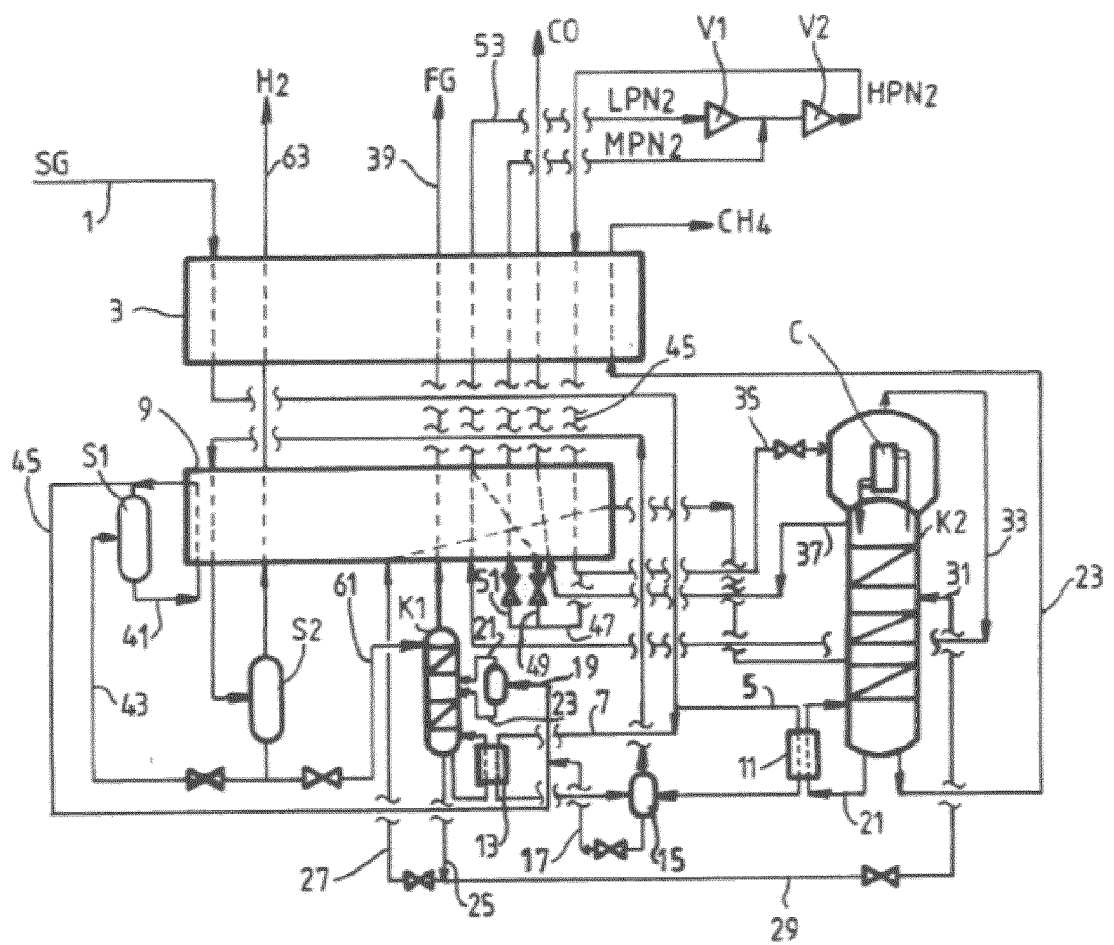
40

45

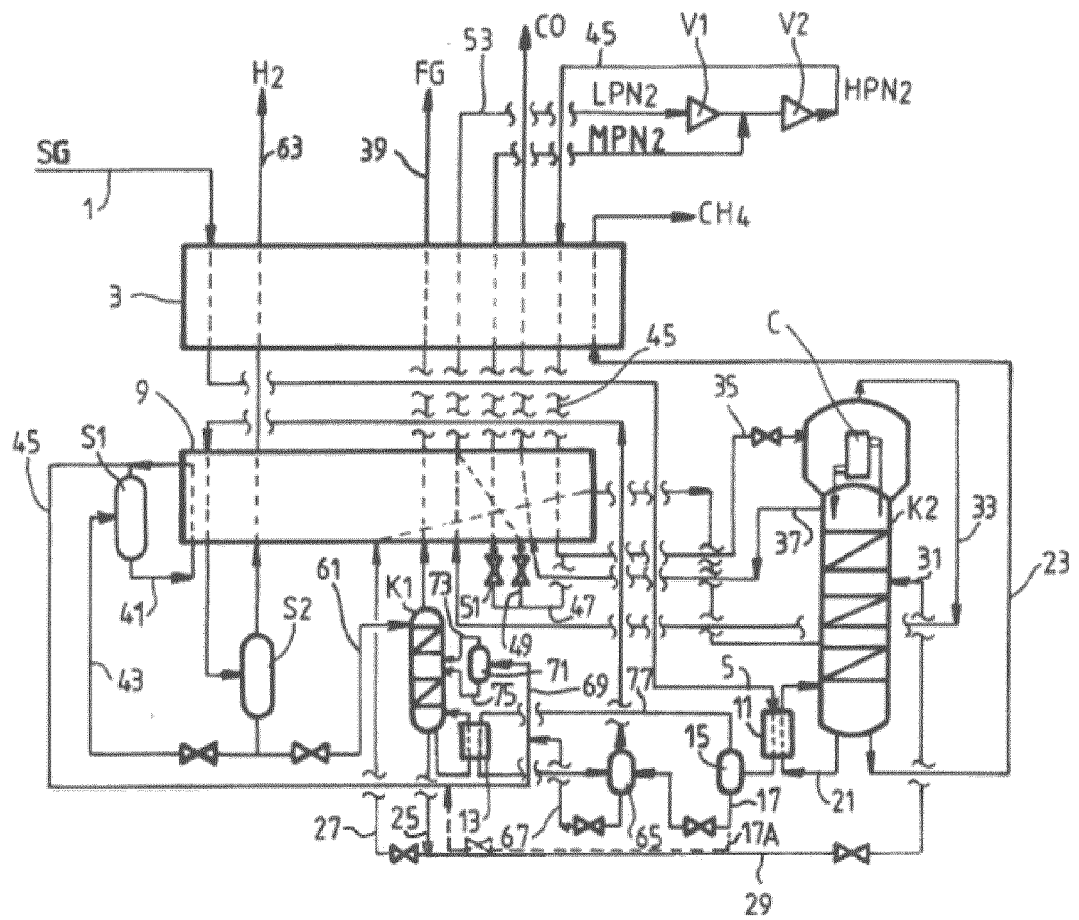
50

55

[FIG. 1]



[FIG. 2]





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 18 8281

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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 2017/144151 A1 (LINDE AG [DE])<br>31 août 2017 (2017-08-31)                                  | 1,3-9,<br>11-13                   | INV.<br>F25J3/02                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | * page 8, lignes 10-17; figure 2 *<br>-----                                                     | 2,10                              |                                      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 2019/115966 A1 (AIR LIQUIDE [FR])<br>20 juin 2019 (2019-06-20)                               | 1,2,<br>5-10,12,<br>13            |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | * page 10, lignes 3-9; figure 2 *<br>-----                                                      | 3,4,11                            |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CN 105 716 370 B (KAIFENG AIR SEPARATION GROUP CO LTD) 11 mai 2018 (2018-05-11)<br>* figure 1 * | 1-13                              |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | FR 3 018 599 A1 (AIR LIQUIDE [FR])<br>18 septembre 2015 (2015-09-18)<br>* figure 6 *<br>-----   | 1-13                              |                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                 |                                   | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                 | 9 décembre 2020                   | Göritz, Dirk                         |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire<br>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : 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 20 18 8281

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.

09-12-2020

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s)                              | Date de<br>publication                               |
|-------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| WO 2017144151 A1                                | 31-08-2017             | DE 102016002225 A1<br>TW 201800333 A<br>WO 2017144151 A1             | 05-10-2017<br>01-01-2018<br>31-08-2017               |
| WO 2019115966 A1                                | 20-06-2019             | CN 111602020 A<br>EP 3724573 A1<br>FR 3075067 A1<br>WO 2019115966 A1 | 28-08-2020<br>21-10-2020<br>21-06-2019<br>20-06-2019 |
| CN 105716370 B                                  | 11-05-2018             | AUCUN                                                                |                                                      |
| FR 3018599 A1                                   | 18-09-2015             | FR 3018599 A1<br>WO 2015140460 A2                                    | 18-09-2015<br>24-09-2015                             |

EPO FORM P0460

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

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 0677483 A [0005]
- WO 18039313 A [0007]
- US 6266976 B [0009]