

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 19.01.00.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 20.07.01 Bulletin 01/29.

56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71) Demandeur(s) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
— FR.

72) Inventeur(s) : FISCHER BEATRICE.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) :

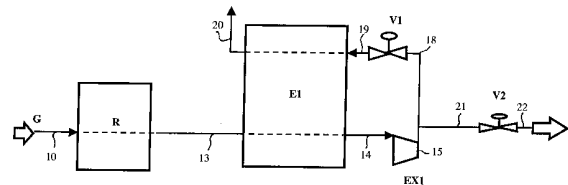
54) PROCÉDE DE LIQUEFACTION PARTIELLE D'UN FLUIDE CONTENANT DES HYDROCARBURES TEL QUE DU
GAZ NATUREL.

57) Procédé de liquéfaction partielle d'un fluide G formé
au moins en partie d'hydrocarbures, produisant
simultanément:

- . une fraction liquide après détente
- . une fraction gazeuse représentant au moins 10 %
poids, qui pourra être soit réinjectée, soit utilisée pour pro-
duire de l'électricité.
- . et comportant au moins deux étapes de réfrigération au
cours desquelles:

- dans la première étape a) on refroidit le fluide G essen-
tiellement gazeux à l'aide d'un réfrigérant externe M pour
qu'à l'issue de cette première étape il soit au moins partiel-
lement liquide à la pression opératoire et

- dans la deuxième étape b) on termine si nécessaire la
liquéfaction dudit fluide G et on sous refroidit ledit fluide G,
à l'aide d'une partie du même fluide G, ladite partie étant
ainsi détendue et vaporisée de manière à produire le froid
nécessaire pour récupérer l'autre partie dudit fluide G tota-
lement liquide à la pression du stockage.



Domaine technique auquel se rapporte l'invention :

La présente invention concerne un procédé et un dispositif permettant de liquéfier au moins partiellement un fluide ou un mélange gazeux formé au moins en partie d'un mélange d'hydrocarbures, par exemple un gaz naturel. Le gaz naturel est couramment produit en des sites éloignés des lieux d'utilisation et il est courant de le liquéfier afin de le transporter sur de longues distances par exemple par méthanier ou encore de le stocker sous forme liquide. Par gaz naturel nous désignons au sens de la présente description, un mélange formé majoritairement de méthane, mais pouvant contenir également d'autres hydrocarbures et de l'azote, quelque soit l'état dans lequel il se trouve (gazeux, liquide ou diphasique). Le gaz naturel au départ se présente majoritairement à l'état gazeux, et à une pression telle, qu'au cours de l'étape de liquéfaction, il peut se trouver dans différents états, par exemple liquide et gazeux coexistant à un instant donné.

15

État de la technique antérieure

Les procédés utilisés et divulgués dans l'art antérieur, notamment dans les brevets US-3 735 600 et US-3 433 026, décrivent des procédés de liquéfaction comportant principalement une première étape au cours de laquelle le gaz naturel est prérefroidi par vaporisation d'un mélange réfrigérant, et une seconde étape qui permet de réaliser l'opération finale de liquéfaction du gaz naturel, et d'obtenir le gaz liquéfié sous forme susceptible d'être transportée ou stockée, la réfrigération au cours de cette seconde étape étant également assurée par vaporisation d'un mélange réfrigérant.

Dans de tels procédés, un mélange de fluides, utilisé comme fluide réfrigérant dans le cycle de réfrigération externe, est vaporisé, comprimé, refroidi en échangeant de la chaleur avec un milieu ambiant tel que de l'eau ou de l'air, condensé, détendu et recyclé.

Le mélange réfrigérant utilisé dans le second étage dans lequel est assurée la seconde étape de réfrigération est refroidi par échange de chaleur avec le milieu ambiant de refroidissement, eau ou air, puis le premier étage dans lequel est assurée la première étape de réfrigération.

A l'issue du premier étage, le mélange réfrigérant se présente sous la forme d'un fluide diphasique comportant une phase vapeur et une phase liquide. Lesdites phases sont séparées, par exemple dans un ballon séparateur, et envoyées, par exemple, dans un

échangeur bobiné, dans lequel la fraction vapeur est condensée, tandis que le gaz naturel est liquéfié sous pression, la réfrigération étant assurée par vaporisation de la fraction liquide de mélange réfrigérant. La fraction liquide obtenue par condensation de la fraction vapeur est sous-refroidie, détendue et vaporisée pour assurer la liquéfaction finale du gaz naturel, qui est sous-refroidi avant d'être détendu à travers une vanne ou une turbine pour produire le Gaz Naturel Liquéfié (GNL) recherché.

La présence d'une phase vapeur nécessite une opération de condensation sur le mélange réfrigérant au niveau du second étage qui demande un dispositif relativement complexe et coûteux.

Il a par ailleurs été décrit dans le brevet US-4 195 979 l'addition d'une étape de détente du gaz naturel entre les deux étapes de refroidissement.

Il a également été proposé dans le brevet du demandeur FR 2 743 140 d'opérer dans des conditions de pression et de températures choisies pour obtenir à la sortie du premier étage de réfrigération un mélange réfrigérant entièrement monophasique condensé.

Ceci induit des contraintes, qui peuvent être pénalisantes pour l'économie du procédé, notamment du fait que la pression à laquelle le mélange réfrigérant utilisé dans le deuxième étage est comprimé, peut être relativement élevé.

Une autre disposition selon l'art antérieur consiste à opérer au moyen de trois cycles de réfrigération en série, dont chacun opère avec un corps pur comme réfrigérant. Un premier cycle fonctionnant avec du propane permet de condenser de l'éthylène sous pression à une température d'environ -35 °C. La vaporisation de l'éthylène à une pression proche de la pression atmosphérique dans un deuxième cycle permet de condenser du méthane sous pression à une température d'environ -100°C. La vaporisation du méthane permet de sous-refroidir le gaz naturel liquéfié (GNL) produit et ainsi de pouvoir le détendre pour pouvoir le stocker et le transporter à une pression proche de la pression atmosphérique. Cette façon d'opérer présente l'inconvénient d'avoir à utiliser de l'éthylène sensiblement pur que l'on doit ensuite vaporiser pour condenser du méthane sensiblement pur qui est lui-même vaporisé pour sous refroidir le GNL. L'utilisation de corps sensiblement pur est pénalisante pour l'économie du procédé et l'emploi de l'éthylène qui est un composé insaturé particulièrement réactif impose des précautions particulières ce qui pénalise également ce procédé.

Exposé de l'invention

La présente invention concerne un procédé de liquéfaction partielle d'un fluide G ou un mélange gazeux formé au moins en partie d'hydrocarbures, tel qu'un gaz naturel GN, et son dispositif de mise en œuvre. Le procédé de la présente invention pallie au moins en partie les inconvénients précités de l'art antérieur.

La présente invention concerne plus précisément un procédé de liquéfaction partielle, d'un fluide G formé au moins en partie d'hydrocarbures produisant simultanément une fraction liquide après détente et une fraction gazeuse représentant au moins 10 % en poids, de préférence 20 % en poids, de manière plus préférée au moins 30 % en poids par rapport au poids du fluide G introduit initialement dans ledit procédé, et comportant au moins deux étapes de réfrigération au cours desquelles :

- dans la première étape a) on refroidit le fluide G essentiellement gazeux à l'aide d'un réfrigérant externe M pour qu'à l'issue de cette première étape il soit au moins partiellement, et de préférence totalement liquide à la pression opératoire, qui sera de préférence d'environ 4 à environ 7 MPa.
- dans la deuxième étape b) on termine si nécessaire la liquéfaction dudit fluide G et on sous refroidit ledit fluide G, à l'aide d'une partie du même fluide G, ladite partie étant ainsi détendue et vaporisée de manière à produire le froid nécessaire pour récupérer l'autre partie dudit fluide G totalement liquide.

Selon une première variante au moins une partie de la fraction gazeuse représentant au moins 20 pour cent en poids par rapport au poids du fluide G introduit initialement dans ledit procédé peut être utilisée pour produire de l'électricité.

Selon une deuxième variante au moins une partie de la fraction gazeuse représentant au moins 20 pour cent en poids par rapport au poids du fluide G introduit initialement dans ledit procédé peut être réinjectée dans la zone à partir duquel on le récupère et en particulier dans le cas où le fluide G est un gaz naturel dans le puits à partir duquel on le récupère.

La première étape de réfrigération comporte par exemple plusieurs zones d'échange de chaleur et on peut assurer la réfrigération dans lesdites zones d'échange de chaleur

successives à l'aide du réfrigérant externe M qui est détendu et vaporisé à des niveaux de pression décroissants. Selon une réalisation particulière de l'invention le fluide G sort monophasique condensé du premier étage de réfrigération. Selon une autre forme de réalisation de l'invention le fluide G sort en phase dense du premier étage de réfrigération.

Le réfrigérant externe M comprend au moins un hydrocarbure et de préférence au moins deux hydrocarbures. Ce ou ces hydrocarbures sont de préférence choisis dans le groupe formé par le méthane, l'éthane, le propane et les butanes. Selon une forme particulière de réalisation du procédé de l'invention le réfrigérant externe M comprend du méthane, de l'éthane, du propane et au moins un butane

La deuxième étape comporte par exemple une seule zone d'échange, dans laquelle le fluide G liquéfié est sous-refroidi. A la sortie de cette zone d'échange, le gaz liquéfié est séparé en deux parties : une partie étant envoyée au stockage après détente, l'autre partie étant détendue et renvoyée dans la même zone d'échange pour produire par vaporisation le froid nécessaire au sous refroidissement et éventuellement lorsque le fluide G entrant dans ladite deuxième étape n'est pas totalement liquide à la liquéfaction totale dudit fluide G. Dans une forme de réalisation particulière la partie du fluide G utilisée pour produire le froid nécessaire à cette deuxième étape est vaporisé à différents niveaux de pression décroissants.

Une option préférée pour la deuxième étape est la suivante : à la sortie de la deuxième étape le gaz liquéfié est détendu à une pression intermédiaire, comprise entre 0,3 et 1,2 MPa, à l'aide soit d'une turbine liquide, soit d'une vanne Joule-Thomson. Le fluide G est totalement liquide à l'issue de cette première détente. Le fluide G est ensuite séparé en deux parties sensiblement égales : une partie étant envoyée habituellement après détente au stockage cryogénique, éventuellement après une étape de déazotation comportant une revaporisation partielle, le reste étant renvoyé, en partie à la pression intermédiaire et pour l'autre partie à une pression plus basse vers l'étape b) pour produire par vaporisation le froid nécessaire au sous refroidissement, et éventuellement lorsque le fluide G entrant dans ladite deuxième étape n'est pas totalement liquide à la liquéfaction totale dudit fluide G.

Les conditions opératoires du procédé selon l'invention seront de préférence choisie de manière à ce que la quantité de gaz liquéfié obtenu soit d'environ 20 à environ 80 % en

poids, de manière plus préférée d'environ 30 % à environ 70 % poids de la quantité de gaz à l'entrée du procédé.

Brève description des figures

5

L'invention sera mieux comprise au vu des figures suivantes illustrant de manière simplifiée et non limitative plusieurs modes de réalisation du procédé, parmi lesquelles :

- Les figures 1 et 2 montrent les deux options du schéma de principe de l'unité suivant l'invention, la figure 2 figurant une option préférée.
- 10 • La figure 3 montre une possibilité pour réaliser la première étape de réfrigération
- La figure 4 montre une réalisation du procédé intégrant le fractionnement du gaz
- La figure 5 montre une variante du procédé permettant d'augmenter la récupération en composés C2+ dans la partie liquéfiée du fluide G.
- Les figures 6 à 8 seront décrites ci-après.

15

Description détaillée des figures 1 à 5.

Selon le procédé de l'invention (schéma simplifié de la figure 1) qui est l'une des options la plus simple de mise en œuvre dudit procédé :

20

a) Le gaz naturel (noté G sur les figures 1 à 5 et 7 et 8) est refroidi dans la partie pré-réfrigération (R) dans laquelle il rentre par la ligne (10) et ressort de préférence totalement liquide (de ce premier étage de réfrigération) par la ligne (13) à une température inférieure à environ - 40°C, et de préférence d'environ - 50°C à environ

25

- 80°C.

b) Le liquide circulant dans la ligne (13) est sous-refroidi dans l'échangeur E1 et en sortie de cet échangeur entre par la ligne (14) dans la turbine liquide d'expansion EX1 dans laquelle il est détendu (la turbine peut être remplacée par exemple par une vanne). En sortie de la turbine EX1, le produit obtenu circulant dans la ligne (15)

30

est totalement liquide.

c) Une partie du produit obtenu à la sortie de la turbine EX1 est envoyé par la ligne (21) à travers la vanne V2 dans laquelle il est détendu puis envoyé par la ligne (22) soit à une section de déazotation soit directement vers un stockage cryogénique.

35

d) Le reste du produit obtenu à la sortie de la turbine EX1 est envoyé par la ligne (18) dans la vanne V1 dans laquelle il est détendu à basse pression avant d'être envoyé

à l'échangeur E1 par la ligne (19). Ce fluide se vaporise dans l'échangeur E1 de manière à fournir le froid nécessaire au sous refroidissement du liquide circulant dans la ligne (13) traversant cet échangeur. Ce fluide ressort par la ligne (20) totalement vaporisé.

5

Dans une option préférée de l'invention (schéma simplifié de la figure 2) :

- e) Le gaz naturel G est refroidi dans la partie pré-réfrigération (R) dans laquelle il rentre par la ligne (10) et ressort de préférence totalement liquide par la ligne (13) à une température inférieure à environ -40°C de préférence d'environ -50°C à environ -80°C .
- f) Le liquide circulant dans la ligne (13) est sous-refroidi dans l'échangeur E1 et en sortie de cet échangeur entre par la ligne (14) dans la turbine liquide d'expansion EX1 dans laquelle il est détendu (la turbine peut être remplacée par une vanne). En sortie de la turbine EX1, le produit obtenu circulant dans la ligne (15) est totalement liquide.
- g) Une partie du produit obtenu à la sortie de la turbine EX1 est envoyé par la ligne (21) à travers la vanne V2 dans laquelle il est détendu puis envoyé par la ligne (22) à la section de déazotation T1 à partir de laquelle on récupère une purge par la ligne (24) et du gaz naturel liquéfié par la ligne (23). Une autre possibilité est d'envoyer directement le produit circulant dans la ligne (22) vers un stockage cryogénique.
- h) Le reste du produit obtenu à la sortie de la turbine EX1 est séparé en deux parties. Une partie de ce produit est envoyée par la ligne (16) directement à l'échangeur E1, tandis que l'autre partie est envoyée par la ligne (18) dans la vanne V1 dans laquelle il est détendu avant d'être envoyé également à l'échangeur E1 par la ligne (19). Les deux parties de ce fluide, qui sont à des pressions différentes, se vaporisent dans l'échangeur à des niveaux de température différents, ce qui permet d'avoir en moyenne coté froid une courbe enthalpique qui suit bien celle du fluide à refroidir, et donc d'avoir une puissance spécifique faible.
- i) En sortie de l'échangeur E1, les deux parties de ce fluide vaporisées sont envoyées respectivement par les lignes (17) et (20) à deux étages différents du compresseur K1, qui permet de remonter la pression du gaz qui sort de ce compresseur par la ligne (25), à un niveau suffisant pour l'utilisation, par exemple dans des turbines à gaz générant de l'électricité.

35

Selon cette forme de réalisation illustrée par la figure 2 la partie liquéfiée du fluide G circulant dans la ligne (21) (désignée ci-devant par les termes « l'autre partie ») est détendue et partiellement vaporisée en un étage jusqu'à la pression du stockage. Selon une autre forme de réalisation par exemple représentée sur la figure 8 la partie liquéfiée du fluide G circulant dans la ligne (18) (désignée ci-après par les termes « l'autre partie ») est détendue et partiellement vaporisée en deux étages jusqu'à la pression du stockage.

Dans cette configuration, le procédé permet de liquéfier environ 50 pour cent (%) en poids du gaz en entrée, tandis que 50 % en poids sortent sous forme de gaz à plus faible pression qu'à celle à laquelle il est à l'entrée. On verra dans l'exemple donné plus loin que la puissance spécifique par unité de gaz liquéfié est voisine de 600 kilojoule par kilo (kJ/kg), ce qui est très inférieur aux puissances spécifiques habituelles (environ 1000 kJ/kg). On a constaté également que les investissements sont fortement diminués par rapport aux valeurs des unités existantes de liquéfaction. Cette configuration pourrait être appliquée lorsque conjointement à la liquéfaction, on a une centrale électrique fonctionnant par exemple à l'aide d'une turbine au gaz naturel, les compresseurs servant à la liquéfaction seraient alors entraînés par une petite partie de l'électricité produite par la centrale. On a calculé qu'avec cette configuration, une tranche de 300 mégawatt (MW) pourrait être associée à une liquéfaction de 0,4 millions de tonnes par an, consommant environ 8 MW. Le procédé pourrait être également associé à un schéma comprenant une réinjection de gaz comme précisé ci-devant.

Le schéma simplifié de la figure 3 illustre de quelle manière (non limitative) la pré-réfrigération du gaz (R) peut être effectuée. Le gaz G doit être presque totalement liquéfié à l'issue de cette étape, ce qui impose de descendre plus bas qu'avec un cycle au propane. Un mélange réfrigérant M est donc utilisé, comprenant principalement de l'éthane et du propane, et en plus faible quantité du méthane et des butanes. Le gaz G entre par la ligne (10) dans la section de pré-réfrigération (R) du gaz, où il est refroidi et liquéfié successivement dans les zones d'échange E10, E11, et E12, dont il sort respectivement par les lignes (11), (12) et (13). Dans la ligne (13), le fluide G est pratiquement totalement liquéfié. Le mélange réfrigérant M est comprimé par le compresseur K10, d'où il sort par le conduit (100). Il est condensé par le condenseur C10, d'où il sort au point de bulle par le conduit (101) pour être en partie envoyé dans la zone d'échange E10 où il est sous refroidi. Il sort de la zone d'échange E10 par le

conduit (102) pour être en partie envoyé à la zone d'échange E11. Une autre partie du mélange réfrigérant M circulant dans la ligne (102) est prélevée et envoyée par le conduit (131) dans la vanne V10 dans laquelle il est détendu puis réintroduit par le conduit (132) dans la zone d'échange E10 où ce mélange réfrigérant M est vaporisé
5 pour produire le froid nécessaire à cette zone.

De la même façon, le mélange réfrigérant M sortant de la zone d'échange E11 est en partie envoyé vers la zone d'échange E12 par le conduit (103). Une autre partie du mélange réfrigérant M circulant dans la ligne (103) est prélevée et envoyée par le conduit
10 (121), dans la vanne V11 dans laquelle il est détendu puis renvoyée à la zone d'échange E11 par le conduit (122) où il est vaporisé pour fournir le froid nécessaire à cette zone. Le mélange réfrigérant sort de la zone d'échange E12 par le conduit (111), il traverse la vanne V12 dans laquelle il est détendu, puis envoyé par la ligne (112) dans la zone d'échange E12 où il est vaporisé, pour fournir le froid de cette zone. Les vannes
15 V10, V11, V12 détendent le mélange réfrigérant M à des pressions décroissantes correspondant à des températures de vaporisation décroissantes dans les trois zones d'échange E10, E11 et E12. En sortie des trois zones d'échange E10, E11, et E12, le mélange réfrigérant vaporisé est envoyé à trois étages différents du compresseur K10 respectivement par les conduits (133), (123) et (113).

20

Le schéma simplifié de la figure 4 illustre la manière (non limitative) dont peuvent être intégrés le séchage du gaz naturel et le fractionnement du gaz naturel permettant d'enlever les fractions trop lourdes et de produire les appoints pour le mélange réfrigérant. Le gaz naturel G entre par le conduit (10) dans la section de
25 pré-réfrigération (R) d'où il sort par le conduit (51) pour être envoyé à la section de séchage (S). Le gaz sec sort de la section de séchage (S) par la ligne (52) et est envoyé dans la section de fractionnement F. De cette section de fractionnement F sort :

- par le conduit (54) du gaz combustible
- par le conduit (55), des condensats stabilisés contenant des pentanes, la totalité de
30 l'hexane, du benzène et éventuellement des composés plus lourds,
- par le conduit (71) une coupe contenant principalement de l'éthane et par le conduit (74) une coupe contenant principalement du propane. Ces deux coupes sont utilisées comme appoint pour compenser les fuites du mélange réfrigérant M.
- par le conduit (53) on récupère le gaz à liquéfier purifié des composés lourds qui est
35 renvoyé à la section de pré-réfrigération (R)

- par le conduit (56) un mélange, contenant principalement de l'éthane, du propane et des butanes, est envoyé à la section de pré-réfrigération (R2) pour être ultérieurement re-mélangé au gaz à liquéfier sortant de la section de pré-réfrigération (R).

5 Le gaz purifié provenant de la section de fractionnement F est refroidi et liquéfié dans la section de pré-réfrigération (R), il sort de cette section par le conduit (13) et est mélangé avec le fluide réfrigéré sortant de la section de pré-réfrigération (R2) par le conduit (57). Le mélange est envoyé dans la zone d'échange E1 où il est sous-refroidi. Le reste du schéma est identique à ce qui a été décrit ci-devant en liaison avec
10 l'illustration de la figure 2.

Le schéma simplifié de la figure 5 présente une variante permettant de récupérer la quasi-totalité des composés C2+ (c'est-à-dire des composés ayant au moins deux atomes de carbone, tels que l'éthane, le propane, les butanes, etc) présents dans le
15 gaz naturel liquéfié. Le gaz sortant du compresseur K1 par le conduit (25) et destiné à être brûlé dans des turbines est d'abord réfrigéré en se servant de la section de pré-réfrigération (R), puis envoyé par la ligne 62 en fond de la colonne de fractionnement T2. En tête de la colonne T2, une petite partie du gaz naturel réfrigéré et liquéfié sortant de la section de pré-réfrigération (R) par la ligne (61) est détendue dans
20 la vanne V61 avant d'être introduit en tête de la colonne T2. Le gaz sortant par la ligne (63) en tête de la colonne T2 est épuré de l'essentiel des composés C2+. Le liquide de fond de la colonne T2 contient une petite partie de méthane, mais pour l'essentiel de l'éthane, du propane et des hydrocarbures plus lourds. Ce liquide est envoyé par le conduit (64) à la pompe P1. Le liquide circulant dans le conduit (65) en sortie de la
25 pompe P1 est à une pression suffisante pour être remélangé au fluide G liquéfié du conduit (13).

Par exemple pour un gaz naturel comportant 76 % molaire de méthane, la teneur en méthane du gaz combustible en tête de T2 sera de l'ordre de 90 % molaire, et la teneur
30 en méthane du gaz naturel liquéfié de 64 % molaire. Le reste du schéma est identique à ce qui a été décrit ci-devant en liaison avec l'illustration de la figure 2.

En résumé, le procédé selon l'invention est un procédé de liquéfaction partielle d'un fluide G formé au moins en partie d'hydrocarbures, produisant simultanément :

- une fraction liquide après détente,

- une fraction gazeuse représentant au moins 10 % poids par rapport au poids du fluide G introduit initialement dans ledit procédé,
- et comportant au moins deux étapes de réfrigération au cours desquelles :
 - dans la première étape a) on refroidit le fluide G essentiellement gazeux à l'aide d'un réfrigérant externe M pour qu'à l'issue de cette première étape il soit au moins partiellement liquide à la pression opératoire et
 - dans la deuxième étape b) on termine si nécessaire la liquéfaction dudit fluide G et on sous refroidit ledit fluide G, à l'aide d'une partie du même fluide G, ladite partie étant ainsi détendue et vaporisée de manière à produire le froid nécessaire pour récupérer l'autre partie dudit fluide G totalement liquide.

Selon une variante préférée, au moins une partie de la fraction gazeuse représentant au moins 10 % en poids par rapport au poids du fluide G introduit initialement dans ledit procédé est utilisée pour produire de l'électricité.

Selon une autre variante préférée, au moins une partie de la fraction gazeuse représentant au moins 10 % en poids par rapport au poids du fluide G introduit initialement dans ledit procédé est réinjectée dans la zone à partir de laquelle on le récupère et dans le cas où le fluide G est un gaz naturel dans le puits à partir duquel on le récupère.

De préférence, l'autre partie liquéfiée du fluide G est détendue et partiellement vaporisée en un ou deux étages jusqu'à la pression du stockage.

De préférence, la partie du fluide G utilisée pour produire le froid nécessaire à la deuxième étape est vaporisée à différents niveaux de pression décroissants.

De manière plus préférée, les conditions opératoires sont choisies de manière à ce que la quantité de gaz liquéfié obtenu soit d'environ 20 % à environ 80 % en poids de la quantité de gaz à l'entrée du procédé.

Selon une autre variante préférée, la première étape de réfrigération comporte plusieurs zones d'échange de chaleur et on assure la réfrigération dans lesdites zones d'échange de chaleur à l'aide du réfrigérant externe M qui est détendu et vaporisé à des niveaux de pression décroissants.

De préférence, le réfrigérant externe M comprend au moins un hydrocarbure et de préférence au moins deux hydrocarbures.

De manière plus préférée, le réfrigérant externe M comprend au moins un hydrocarbure choisi dans le groupe formé par le méthane, l'éthane, le propane et les butanes. De
5 manière encore plus préférée, le réfrigérant externe M comprend du méthane, de l'éthane, du propane et au moins un butane.

De préférence, le fluide G sort monophasique condensé du premier étage de
10 réfrigération. De manière plus préférée, le fluide G sort en phase dense du premier étage de réfrigération.

Selon une autre variante, à la sortie du premier étage de réfrigération, le fluide G se trouve à une température au moins inférieure à environ - 40°C.

15

Selon un mode préféré du procédé selon l'invention, la partie vaporisée du fluide G dans la deuxième étape du procédé est comprimée à une pression suffisante, pour permettre sa réinjection dans la zone à partir duquel on le récupère et dans le cas où le fluide G est un gaz naturel dans le puits à partir duquel on le récupère.

20

Selon un autre mode préféré du procédé selon l'invention, la partie vaporisée du fluide G dans la deuxième étape du procédé est comprimée à une pression suffisante, pour permettre son utilisation pour produire de l'électricité notamment dans une turbine à gaz. De préférence, la partie du fluide G comprimée à une pression suffisante pour son
25 utilisation dans une turbine à gaz est refroidie à l'aide de la première étape de pré-réfrigération puis envoyée en fond d'une colonne de fractionnement dans laquelle on introduit également en tête de ladite colonne une partie du même fluide G refroidie dans la première étape de pré-réfrigération et détendue.

30

Le procédé de liquéfaction selon l'invention peut éventuellement comprendre en outre une étape de séchage et une étape de fractionnement du gaz naturel comportant au moins deux colonnes de fractionnement ledit fractionnement étant effectué immédiatement après le séchage, en alimentant la première colonne de fractionnement à la température du séchage, et en utilisant la deuxième zone d'échange de la première
35 étape de réfrigération pour le condenseur de ladite colonne.

De manière plus préférée, le produit sortant en fond de la première colonne de fractionnement est réfrigéré dans la section de pré-réfrigération en se servant du réfrigérant externe M utilisé dans la première étape de pré-réfrigération, avant d'être détendu et envoyé en tête de la deuxième colonne de fractionnement.

5

Exemple :

Le procédé selon l'invention est illustré par l'exemple numérique suivant, décrit en relation avec les schémas des figures 6, 7, et 8. Dans cet exemple la première étape de pré-réfrigération (R) est assurée comme illustré par le schéma de principe de la figure 7, le fractionnement (F) comme illustré par le schéma de principe de la figure 6, et la deuxième étape du procédé selon la présente invention, réalisée à basse température et après l'étape R, est détaillée dans le schéma de principe de la figure 8 ci-après.

15 On considère 10000 kilomoles par heure (Kmol/h) de gaz naturel dont la composition en pour cent molaire après désacidification et séchage est la suivante :

Azote	0,1
Méthane	76,5
20 Éthane	12,7
Propane	7,8
IsoButane	1,2
N-Butane	1,0
IsoPentane	0,25
25 N-Pentane	0,15
C6+	0,3

Ce gaz arrive dans l'unité de liquéfaction à une pression de 5,6 MPa et à une température de 40 °C. On a considéré aussi une température de 40 °C pour la sortie coté procédé des échangeurs à eau.

On suivra sur la figure (7) le début de la description de l'exemple :

Le gaz naturel G est alimenté par le conduit (10) à l'échangeur E13 dans lequel il est refroidi par un fluide intermédiaire (FI), jusqu'à une température de 19 °C puis est envoyé par le conduit (51) au sécheur (S) avant d'entrer par le conduit (52) dans la

35

zone de fractionnement (F). Cette zone de fractionnement comporte habituellement au moins deux colonnes de fractionnement. Le fluide intermédiaire FI est mû par le système de circulation CI, et refroidi dans la zone d'échange E10 de la section de pré-réfrigération (R).

5

Le fractionnement F (voir le schéma simplifié de la figure 6) comporte une première colonne T11. Le gaz sec est envoyé en fond de colonne T11 par la ligne (52). Ce gaz sec rentre dans la colonne T11 à sa température de sortie de la section de séchage. La fraction sortant en tête de la colonne T11 est envoyée par le conduit (58) à la température de 12° C vers la zone d'échange E11 de la section de pré-réfrigération (R) d'où elle sort partiellement condensée à la température de - 0.5 °C avant d'être envoyée par la ligne (59) au ballon de reflux B11. La pompe P51 permet de renvoyer par la ligne 201 la fraction liquide séparée dans le ballon B11 et sortant par la ligne 200 vers la colonne T11 et ainsi d'assurer un reflux dans la colonne. Le gaz sortant du ballon B11 par la ligne (53) est purifié des coupes trop lourdes et en particulier du benzène. Le gaz est envoyé par le conduit (53) (voir figure 7) vers la zone d'échange E11 ou il sera refroidi à - 25°C avant d'être envoyé à la zone d'échange E12 par le conduit (12). Le liquide sortant par la ligne (81) (figure 6) en fond de la colonne T11 comprend suffisamment de composés C2 et C3 (composés comprenant respectivement 2 et 3 atomes de carbone) pour les appoints de mélange réfrigérant. Ce mélange liquide circulant dans la ligne (81) est envoyé dans la section de pré-réfrigération (R2) d'où il sort refroidi par le conduit (82), puis il est détendu à travers la vanne V51 et envoyé par le conduit (83) en tête de la colonne T12 (déméthaniseur). Cette colonne est rebouillie à l'aide du rebouilleur E51 pour éliminer la plus grande partie du méthane du mélange. Le gaz sortant en tête de la colonne T12 par la ligne (54), riche en méthane, sera remélangé avec le reste de gaz combustible sortant du compresseur K1 par la ligne (25) (voir figure 8). Le produit sortant du fond de la colonne T12 par la ligne (84) (voir figure 6) est envoyé, après détente dans la vanne V52, par le conduit (85) dans la colonne T13. Cette colonne est rebouillie à l'aide de l'échangeur E52. Le gaz sortant en tête de la colonne T13 (figure 6) par la ligne (86) est refroidi à l'aide d'une partie du mélange réfrigérant M dans la section de pré-réfrigération (R2), d'où il ressort par la ligne (87) totalement condensé, avant d'être alimenté au ballon de reflux B13. La pompe P52 permet d'envoyer le liquide sortant du ballon B13 par la ligne (202) dans la colonne T13 par la ligne (203) et ainsi d'assurer un reflux dans cette colonne. Une partie du liquide contenant une coupe C2 circulant dans la ligne (203) est récupéré

10
15
20
25
30
35

dans la ligne (70), puis séparé en deux parties dont une première partie récupérée par la ligne (71) (figures 6 et 7) servira en partie aux appoints de mélange réfrigérant M, et dont l'autre partie est renvoyé par la ligne (72) pour être mélangé avec les autres produits de fractionnement circulant respectivement dans les conduits (75) et (92), puis

5 pompé par la pompe P54 pour être envoyé par le conduit (56) à la pré-réfrigération R2, et en sortie de cette section de pré-réfrigération R2 rejoindra par le conduit 57 le gaz à liquéfier (12) (voir figures 6 et 7). Le produit sortant du fond de la colonne T13 par la ligne (88) est détendu dans la vanne V53 avant d'être envoyé par la ligne (89) à la colonne T14, rebouillie par l'échangeur E53. Le gaz sortant en tête de la colonne T14

10 (figure 6) par la ligne (90) est totalement condensé par le condenseur à eau C12, puis envoyé par la ligne (91) au ballon de reflux B14. La pompe P53 permet d'envoyer le liquide sortant du ballon B14 par la ligne (204) dans la colonne T14 par la ligne (205) et ainsi d'assurer un reflux dans cette colonne. Une partie du liquide contenant une coupe C3 circulant dans la ligne (205) est récupéré dans la ligne (73), puis séparé en deux

15 parties dont une première partie récupérée par la ligne (74) (figures 6 et 7) servira en partie aux appoints de mélange réfrigérant M, et dont l'autre partie est renvoyé par la ligne (75) est destinée à rejoindre le gaz naturel à liquéfier (12) via la pompe P54, le conduit 56, la pré-réfrigération R2, et le conduit 57 (voir figures 6 et 7). Le produit sortant du fond de la colonne T14 par la ligne (55), est une coupe C5+ (c'est-à-dire une coupe contenant des hydrocarbures avec au moins 5 atomes de carbone) stabilisée , et celui obtenu par soutirage latéral de la colonne de la colonne T14 par la ligne (92), une coupe C4 contenant des C3 et des C5 qui sera re-mélangée avec la coupe C2 circulant dans la ligne (72) et la coupe C3 circulant dans la ligne (75). Le mélange ainsi obtenu est envoyé par la pompe P54 et la ligne (56) (voir figures 6 et 7) dans la section de

25 pré-réfrigération (R2) pour être refroidie à - 25 °C à l'aide d'une partie du mélange réfrigérant M, prélevé à la sortie du condenseur C10 et entrant dans cette section par la ligne 1001. Le mélange ainsi réfrigéré sort de cette section de pré-réfrigération (R2) par la ligne (57) puis il est mélangé avec le gaz réfrigéré et liquéfié circulant dans la ligne (12) avant d'être envoyé à la zone d'échange E12. La partie du mélange réfrigérant M entrant dans la section de pré-réfrigération (R2) par la ligne (1001) est refroidie,

30 séparée et détendue à deux niveaux de pression pour produire le froid nécessaire au refroidissement du mélange arrivant dans cette section par la ligne (56). A la sortie de la section de pré-réfrigération (R2), les différentes parties vaporisées sortant respectivement par les lignes (1123) et (1133) sont renvoyées avec les fluides à même

pression, rentrant respectivement par les lignes (123) et (133) dans le compresseur K10.

La section de pré-réfrigération (R) (schéma simplifié de la figure 7) met en œuvre un mélange de réfrigérant M dont la composition en pour cent molaire (% mol.) est la suivante:

Méthane	1.9
Éthane	46.5
10 Propane	44.0
IsoButane	4.9
N-Butane	2.7

Ce mélange sort du compresseur K10 par la ligne (100) comprimé à une pression de 15 3,23 MPa. Un refroidissement intermédiaire C11 est nécessaire pour ramener à 40 °C le fluide sortant par la ligne 141 du deuxième étage du compresseur K10 avant de le réintroduire par la ligne (142) au troisième étage du compresseur K10. Le mélange circulant dans la ligne (100) est refroidi jusqu'à une température de 40° C par l'échangeur C10 d'où il sort totalement condensé par la ligne (101). Une petite partie du 20 mélange M est envoyée par la ligne (1001) vers la zone de pré-réfrigération (R2), le reste est envoyé vers la zone d'échange de chaleur E10. Il est sous-refroidi successivement dans les zones d'échange de chaleur E10, E11, et E12. A la sortie de l'échangeur E10 par la ligne (102) une partie est envoyée dans l'échangeur E11. Une autre partie de ce mélange réfrigérant est envoyée par la ligne (131) dans la vanne de 25 détente V10 dans laquelle il est détendu puis réintroduit par le conduit (132), dans la zone d'échange de chaleur E10 où il se vaporise et est ensuite renvoyée par le conduit (133) à une pression de 1,61 MPa vers le système de compression K10.

De la même façon, le mélange réfrigérant M sortant de la zone d'échange E11 est en 30 partie envoyé vers la zone d'échange E12 par le conduit (103). Une autre partie du mélange réfrigérant M circulant dans la ligne (103) est prélevée et envoyée par le conduit (121), dans la vanne V11 dans laquelle il est détendu puis réintroduit dans la zone d'échange E11 par le conduit (122) où il se vaporise pour fournir le froid nécessaire à cette zone.

Le mélange réfrigérant sort de la zone d'échange E12 par le conduit (111), il traverse la vanne V12 dans laquelle il est détendu, puis envoyé par la ligne (112) dans la zone d'échange E12 où il est vaporisé, pour fournir le froid de cette zone.

5 La partie du mélange entrant par la ligne (122) dans l'échangeur E11 dans laquelle elle se vaporise est envoyée par la ligne (123) au compresseur K10 à une pression de 0,655 MPa. La partie du mélange entrant par la ligne (112) dans l'échangeur E12 dans laquelle elle se vaporise est envoyée par la ligne (113) au 1^{er} étage du compresseur K10 à la pression de 0,15 MPa.

10

A la sortie de la section de pré-réfrigération (R), sur les 10000 Kmoles/h de gaz naturel à l'entrée, on a (en négligeant les débits d'appoint de mélange réfrigérant circulant dans les lignes 71 et 74) :

- 99 Kmoles/h de gaz combustible (sortant par le conduit 54 (figures 6 et 7)) en tête
15 de la colonne T12 (figure 6) à une température de -14°C , et à une pression de 3 MPa,
- 49 Kmoles/h (sortant par le conduit 55) de C5+ stabilisés en fond de la colonne T14 (figures 6 et 7)), et
- 9852 Kmoles/h sont envoyés vers l'échangeur E1 par le conduit (13) (le débit de
20 liquide circulant dans le conduit 13 est égal à la somme des débits de fluides circulant dans les conduits 12 et 57) sous forme totalement condensée à une température de -64.5°C et à une pression de 5,58 MPa.

La consommation totale d'énergie pour les compresseurs de cette section R de
25 pré-réfrigération (illustrée par la figure 7 et symbolisée par R dans la figure 8) est de 15526 kW.

Le gaz naturel liquéfié circulant dans le conduit (13) entre dans l'échangeur cryogénique E1 (voir le schéma simplifié de la figure 8) où il est sous-refroidi et ressort
30 par la ligne (14) à une température de -142.5°C . Il est ensuite détendu dans la turbine d'expansion EX1 à une pression de 0,65 MPa sous laquelle il est encore totalement liquide à une température de -143.2°C et sort de cette turbine d'expansion par la ligne (15). Une partie du fluide circulant dans la ligne (15) est envoyée par la ligne (16) à cette pression à l'échangeur cryogénique E1 dans lequel il se vaporise. Le reste de ce fluide
35 (désigné ci-devant par les termes « l'autre partie ») est envoyé par la ligne (18) dans la

vanne V100 dans laquelle il est détendu puis envoyé au ballon B1 à une température de $-144,9\text{ °C}$ et à une pression de $0,26\text{ MPa}$. Une partie du liquide du ballon B1 est renvoyée par la ligne (19) en mélange avec la vapeur issue du ballon B1 et circulant dans la ligne (18V) dans l'échangeur cryogénique E1 pour y être vaporisé. L'autre partie de ce liquide est envoyé par la ligne (21) dans l'échangeur E2 dans lequel il est refroidi avant d'être détendu dans la vanne V200 et envoyé au ballon B2 par la ligne (22) à une pression de $0,105\text{ MPa}$ et à une température de $-157,6\text{ °C}$. La vapeur issue du ballon B2 par la ligne (24) est renvoyée à l'échangeur E2 : le débit de vapeur à la sortie de l'échangeur E2 (ligne 26 figure 8) est de 544 Kmoles à une température de $-146,7\text{ °C}$.

10

Le gaz naturel liquéfié sort par la ligne (23) en fond du ballon B2 avec un débit de 4985 Kmole/h soit sensiblement 50 pour cent mole du débit d'entrée du gaz naturel dans l'unité de liquéfaction avec un poids moléculaire de $23,34$, soit en poids $116,35\text{ tonnes/h}$.

15

Le gaz vaporisé à basse pression sort de l'échangeur cryogénique E1 par le conduit (20) à une température de -66 °C . Il est envoyé par ce conduit au ballon B3 où la fraction non vaporisée est séparée et envoyée par la ligne (20L) au ballon B4 par la pompe P3. Le gaz vaporisé à pression plus haute sortant de l'échangeur cryogénique E1 est envoyé au ballon B4 par le conduit (17). Le liquide (17L) séparé dans le ballon B4 est pompé par la pompe P4 et envoyé en mélange avec le fluide (13) à l'entrée de l'échangeur cryogénique E1. Les phases vapeur des ballons B3 et B4 (circulant respectivement dans les lignes 17V et 20V) sont envoyées aux différents étages du compresseur K1 pour être comprimées à une pression de $1,5\text{ MPa}$. On a 4315 Kmole/h en sortie du compresseur K1 dans la ligne (25), à une température de 22 °C .

25

La consommation d'énergie pour cette section de sous refroidissement basse température est de 3820 kW pour le compresseur K1, plus 108 kW pour les pompes P3 et P4.

30

Au total, la consommation d'énergie pour la liquéfaction du gaz naturel est donc de $15526 + 3820 + 108 = 19454\text{ kW}$, pour $116,35\text{ tonnes/h}$ de GNL, soit 602 J/g de GNL.

Revendications

1. Procédé de liquéfaction partielle d'un fluide G formé au moins en partie d'hydrocarbures, produisant simultanément :
 - 5 • une fraction liquide après détente,
 - une fraction gazeuse représentant au moins 10 % poids par rapport au poids du fluide G introduit initialement dans ledit procédé,
 - et comportant au moins deux étapes de réfrigération au cours desquelles :
 - 10 - dans la première étape a) on refroidit le fluide G essentiellement gazeux à l'aide d'un réfrigérant externe M pour qu'à l'issue de cette première étape il soit au moins partiellement liquide à la pression opératoire et
 - dans la deuxième étape b) on termine si nécessaire la liquéfaction dudit fluide G et on sous refroidit ledit fluide G, à l'aide d'une partie du même fluide G, ladite partie étant ainsi détendue et vaporisée de manière à produire le froid
15 nécessaire pour récupérer l'autre partie dudit fluide G totalement liquide.
2. Procédé de liquéfaction du fluide G selon la revendication 1 dans lequel au moins une partie de la fraction gazeuse représentant au moins 10 % en poids par rapport au poids du fluide G introduit initialement dans ledit procédé est utilisée pour
20 produire de l'électricité.
3. Procédé de liquéfaction du fluide G selon la revendication 1 dans lequel au moins une partie de la fraction gazeuse représentant au moins 10 % en poids par rapport au poids du fluide G introduit initialement dans ledit procédé est réinjectée dans la
25 zone à partir de laquelle on le récupère et dans le cas où le fluide G est un gaz naturel dans le puits à partir duquel on le récupère.
4. Procédé de liquéfaction du fluide G selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel l'autre partie liquéfiée du fluide G est détendue et partiellement vaporisée en un ou
30 deux étages jusqu'à la pression du stockage.
5. Procédé de liquéfaction selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel la partie du fluide G utilisée pour produire le froid nécessaire à cette deuxième étape est vaporisée à différents niveaux de pression décroissants.

6. Procédé de liquéfaction selon l'une des revendications 1 à 5 dans lequel les conditions opératoires sont choisies de manière à ce que la quantité de gaz liquéfié obtenu soit d'environ 20 % à environ 80 % en poids de la quantité de gaz à l'entrée du procédé.

5

7. Procédé de liquéfaction selon l'une des revendications 1 à 6 dans lequel la première étape de réfrigération comporte plusieurs zones d'échange de chaleur et dans lequel on assure la réfrigération dans lesdites zones d'échange de chaleur à l'aide du réfrigérant externe M qui est détendu et vaporisé à des niveaux de pression décroissants.

10

8. Procédé de liquéfaction selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le réfrigérant externe M comprend au moins un hydrocarbure et de préférence au moins deux hydrocarbures.

15

9. Procédé de liquéfaction selon la revendication 8 dans lequel le réfrigérant externe M comprend au moins un hydrocarbure choisi dans le groupe formé par le méthane, l'éthane, le propane et les butanes.

20

10. Procédé de liquéfaction selon la revendication 8 ou 9 dans lequel le réfrigérant externe M comprend du méthane, de l'éthane, du propane et au moins un butane.

11. Procédé de liquéfaction selon l'une des revendications 1 à 10 dans lequel le fluide G sort monophasique condensé du premier étage de réfrigération.

25

12. Procédé de liquéfaction selon l'une des revendications 1 à 10 dans lequel le fluide G sort en phase dense du premier étage de réfrigération.

30

13. Procédé de liquéfaction d'un gaz naturel selon l'une des revendications 1 à 12 dans lequel la sortie du premier étage de réfrigération, le fluide G se trouve à une température au moins inférieure à environ - 40°C.

35

14. Procédé de liquéfaction d'un gaz naturel selon l'une des revendications 1, 3 à 13 dans lequel la partie vaporisée du fluide G dans la deuxième étape du procédé est comprimée à une pression suffisante, pour permettre sa réinjection dans la zone à

partir duquel on le récupère et dans le cas où le fluide G est un gaz naturel dans le puits à partir duquel on le récupère.

- 5 15. Procédé de liquéfaction d'un gaz naturel selon l'une des revendications 1, 2, 4 à 13 dans lequel la partie vaporisée du fluide G dans la deuxième étape du procédé est comprimée à une pression suffisante, pour permettre son utilisation pour produire de l'électricité notamment dans une turbine à gaz.
- 10 16. Procédé de liquéfaction d'un gaz naturel selon la revendication 15 dans lequel la partie du fluide G comprimée à une pression suffisante pour son utilisation dans une turbine à gaz est refroidie à l'aide de la première étape de pré-réfrigération puis envoyée en fond d'une colonne de fractionnement dans laquelle on introduit également en tête de ladite colonne une partie du même fluide G refroidie dans la première étape de pré-réfrigération et détendue.
- 15 17. Procédé de liquéfaction d'un gaz naturel selon l'une des revendications 1 à 16 caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de séchage et une étape de fractionnement du gaz naturel comportant au moins deux colonnes de fractionnement ledit fractionnement étant effectué immédiatement après le séchage, en alimentant la première colonne de fractionnement à la température du séchage, et en utilisant la deuxième zone d'échange de la première étape de réfrigération pour le condenseur de ladite colonne.
- 20 18. Procédé de liquéfaction d'un gaz naturel selon la revendication 17 dans lequel le produit sortant en fond de la première colonne de fractionnement est réfrigéré dans la section de pré-réfrigération en se servant du réfrigérant externe M utilisé dans la première étape de pré-réfrigération, avant d'être détendu et envoyé en tête de la deuxième colonne de fractionnement.
- 25

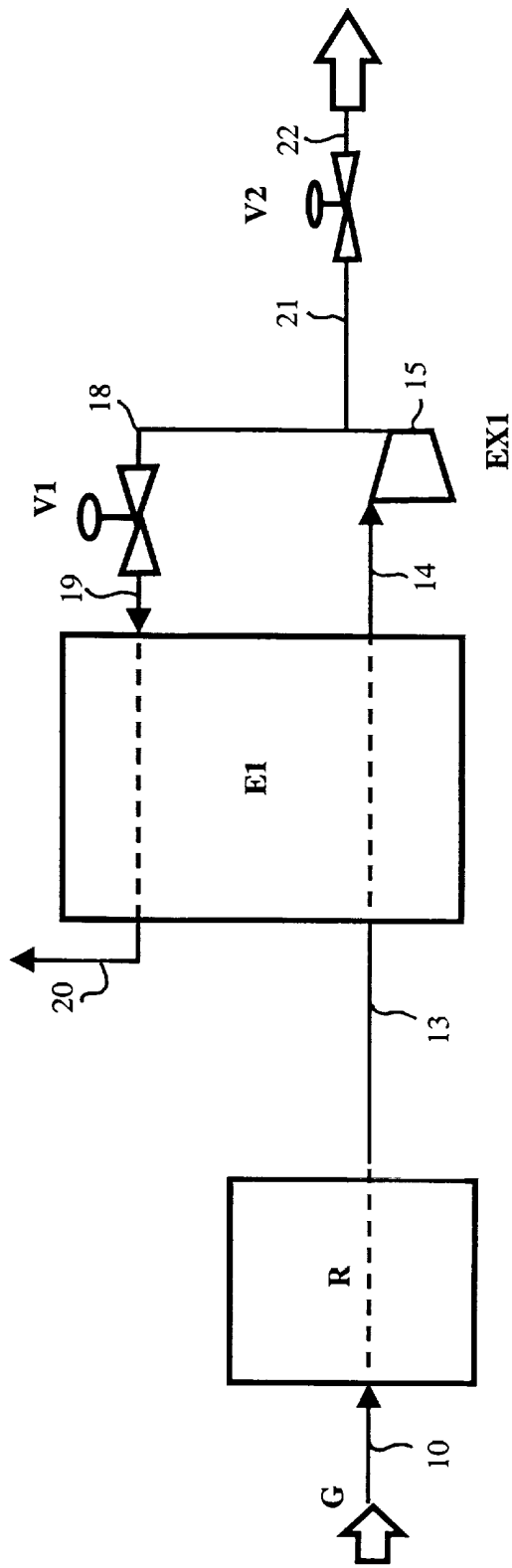


FIGURE 1

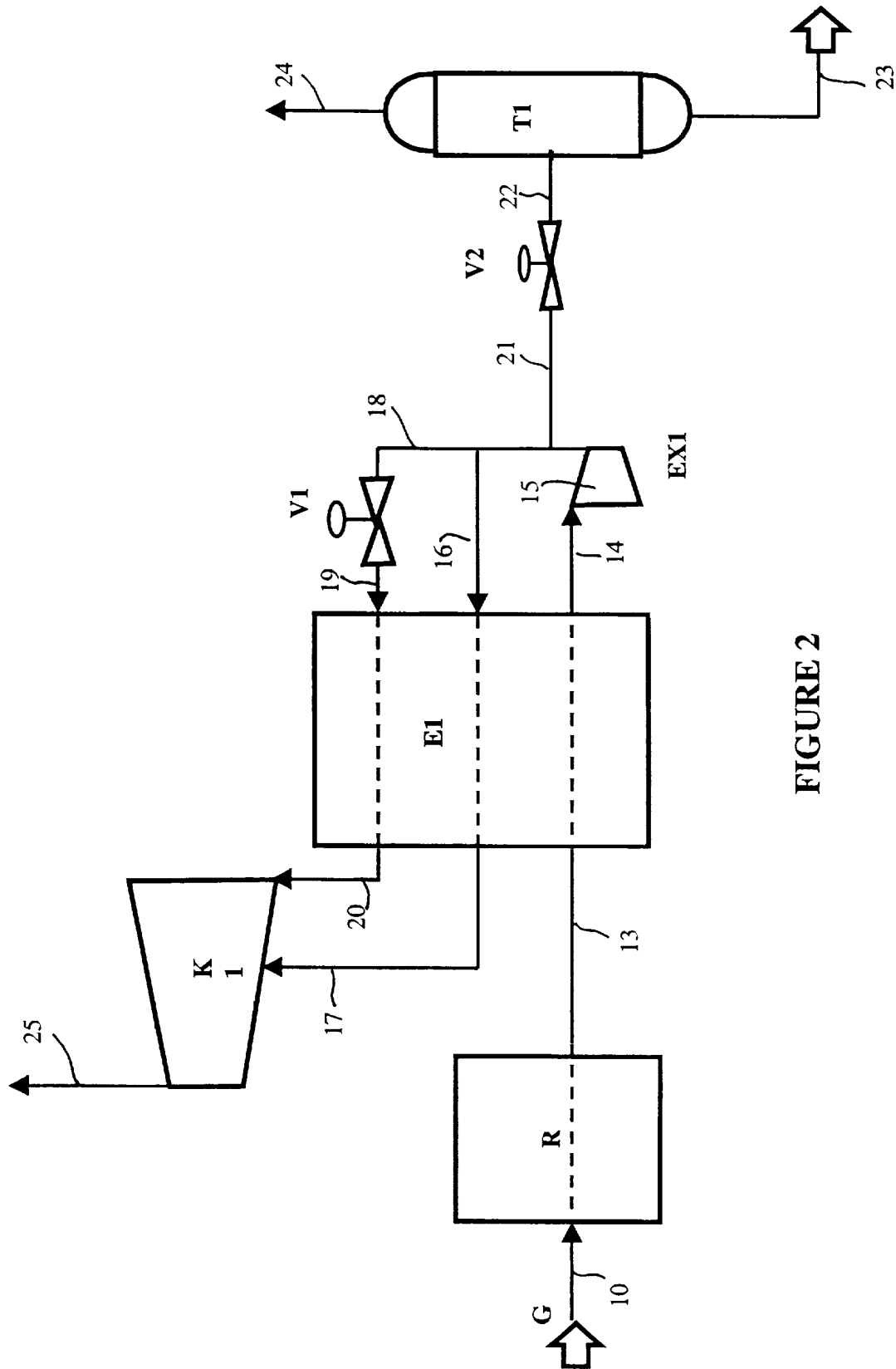


FIGURE 2

3/8

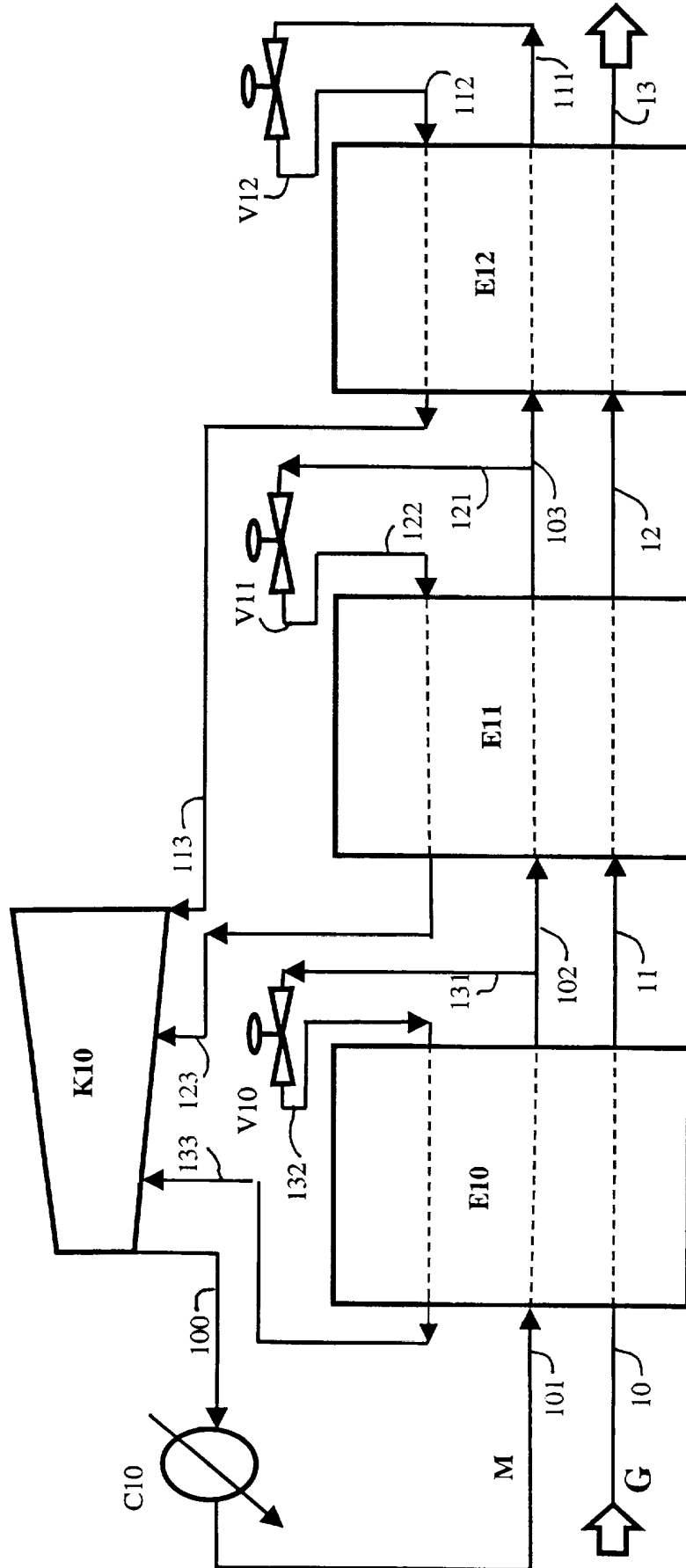


FIGURE 3

4/8

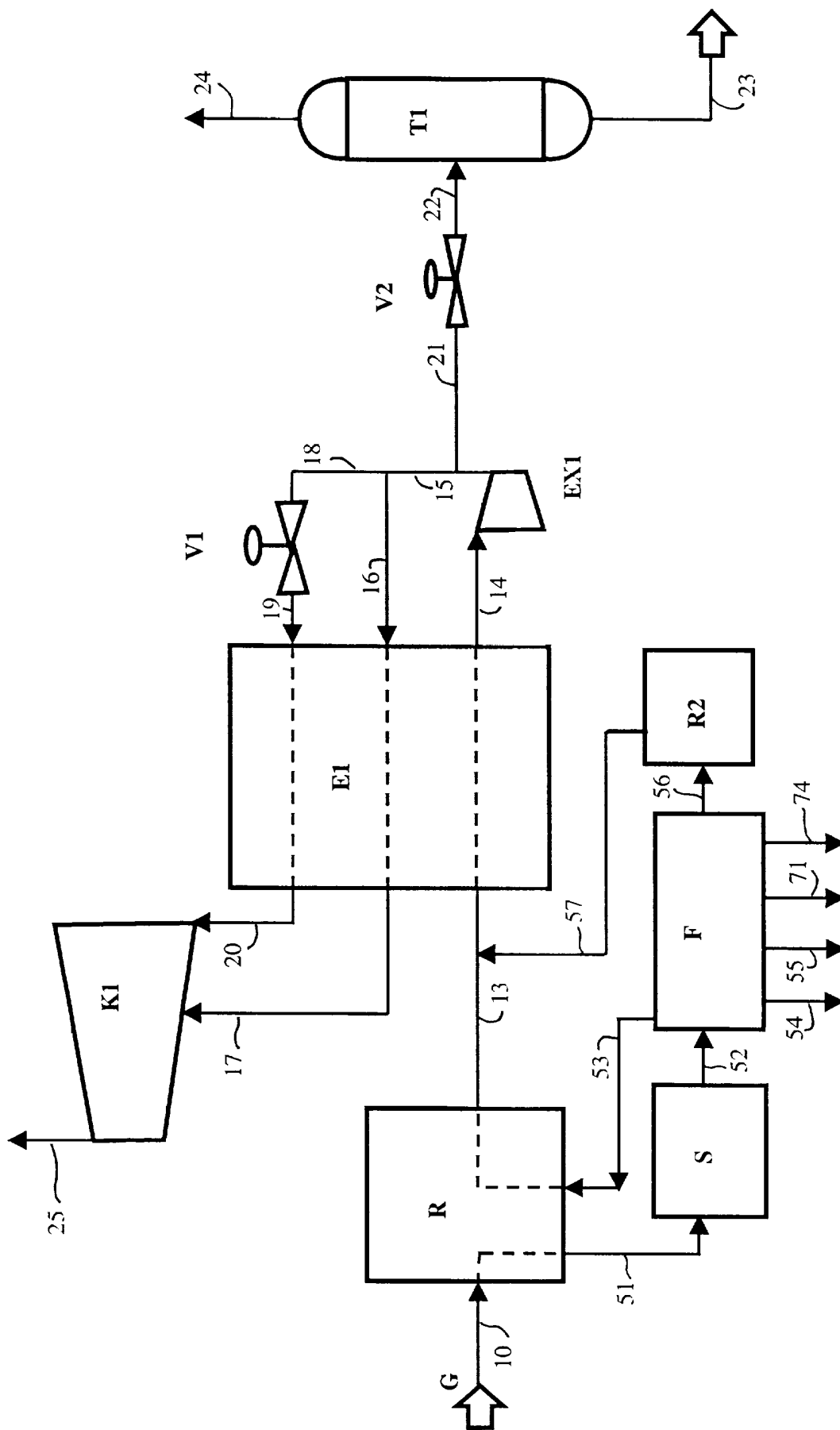


FIGURE 4

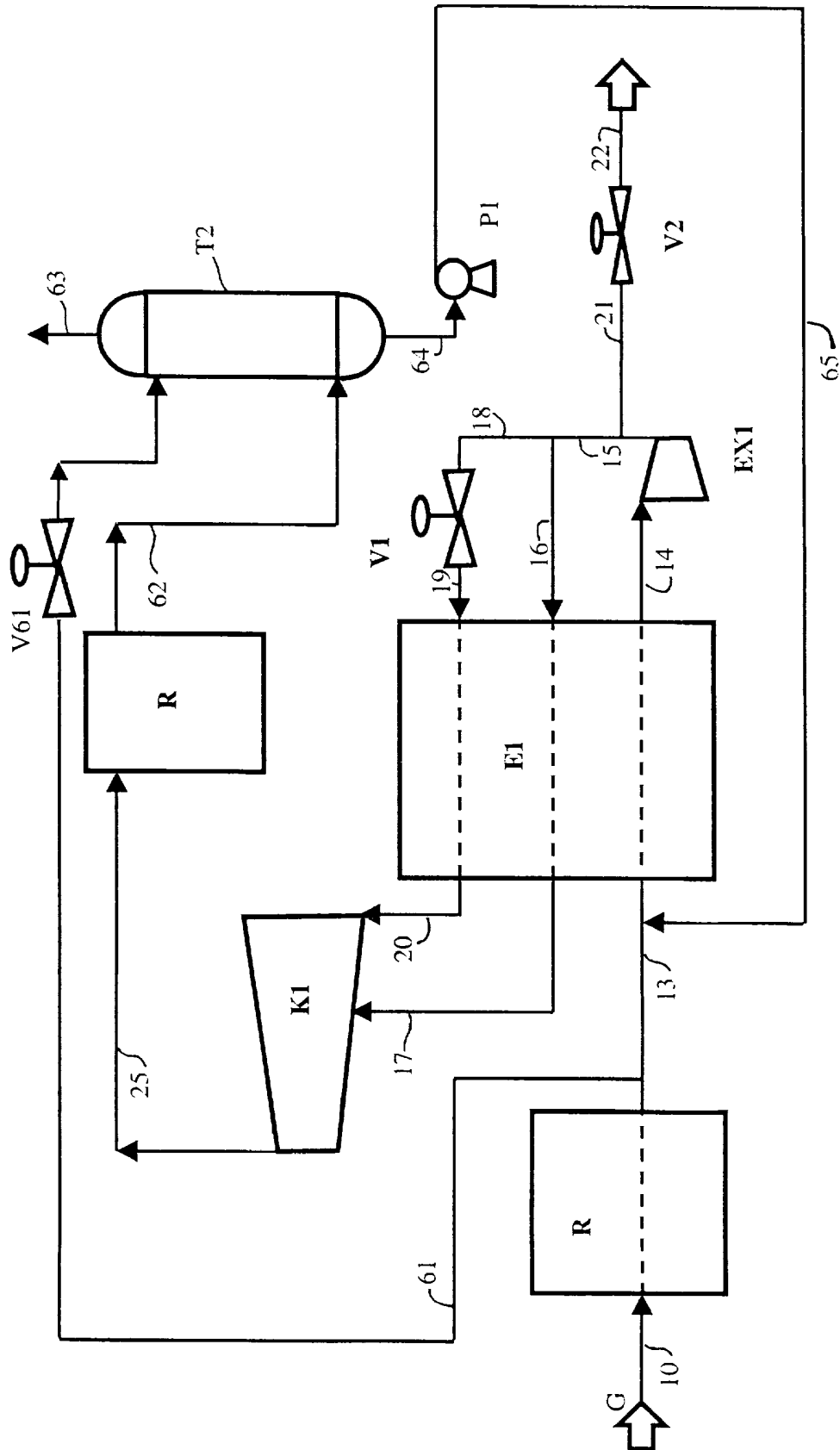


FIGURE 5

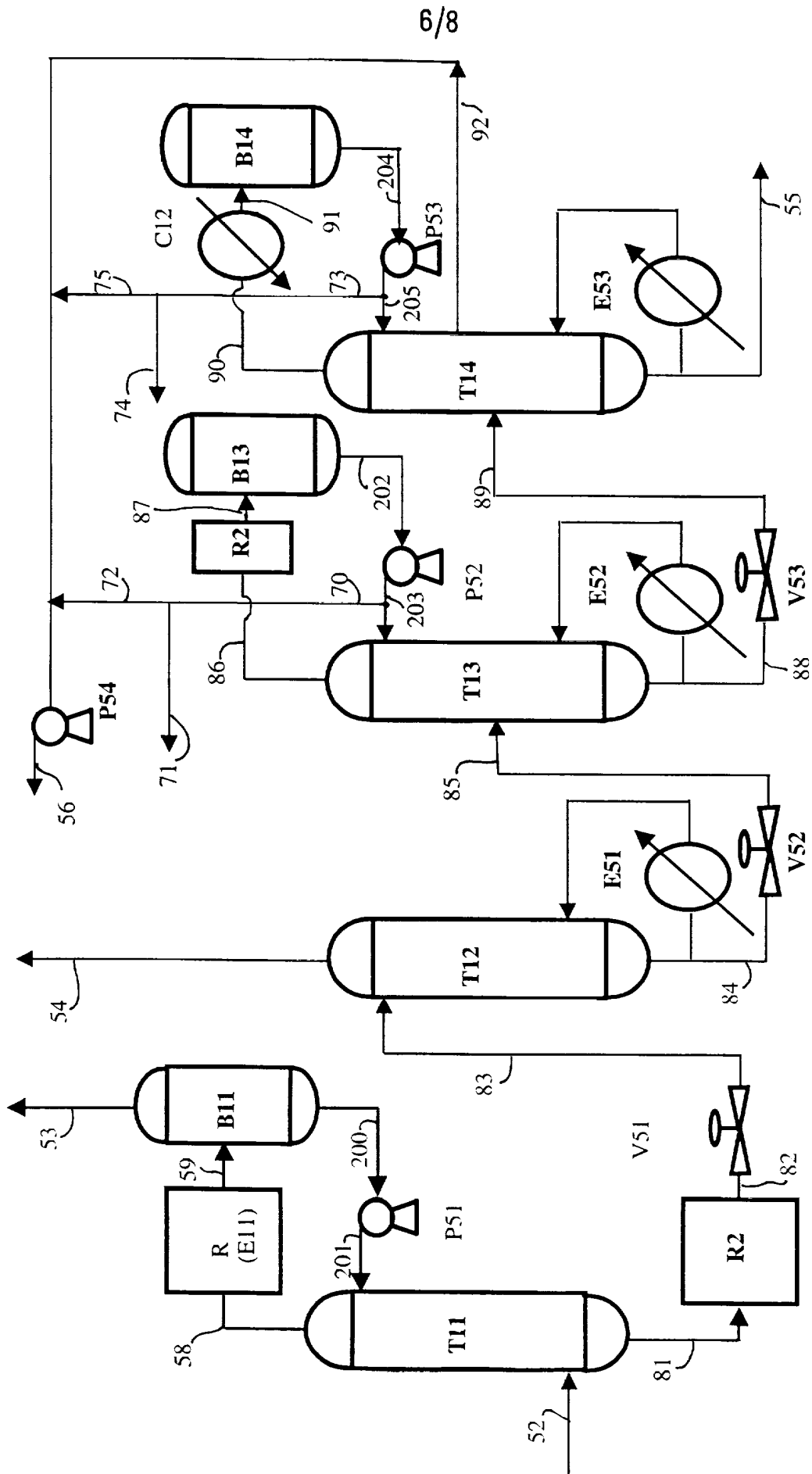
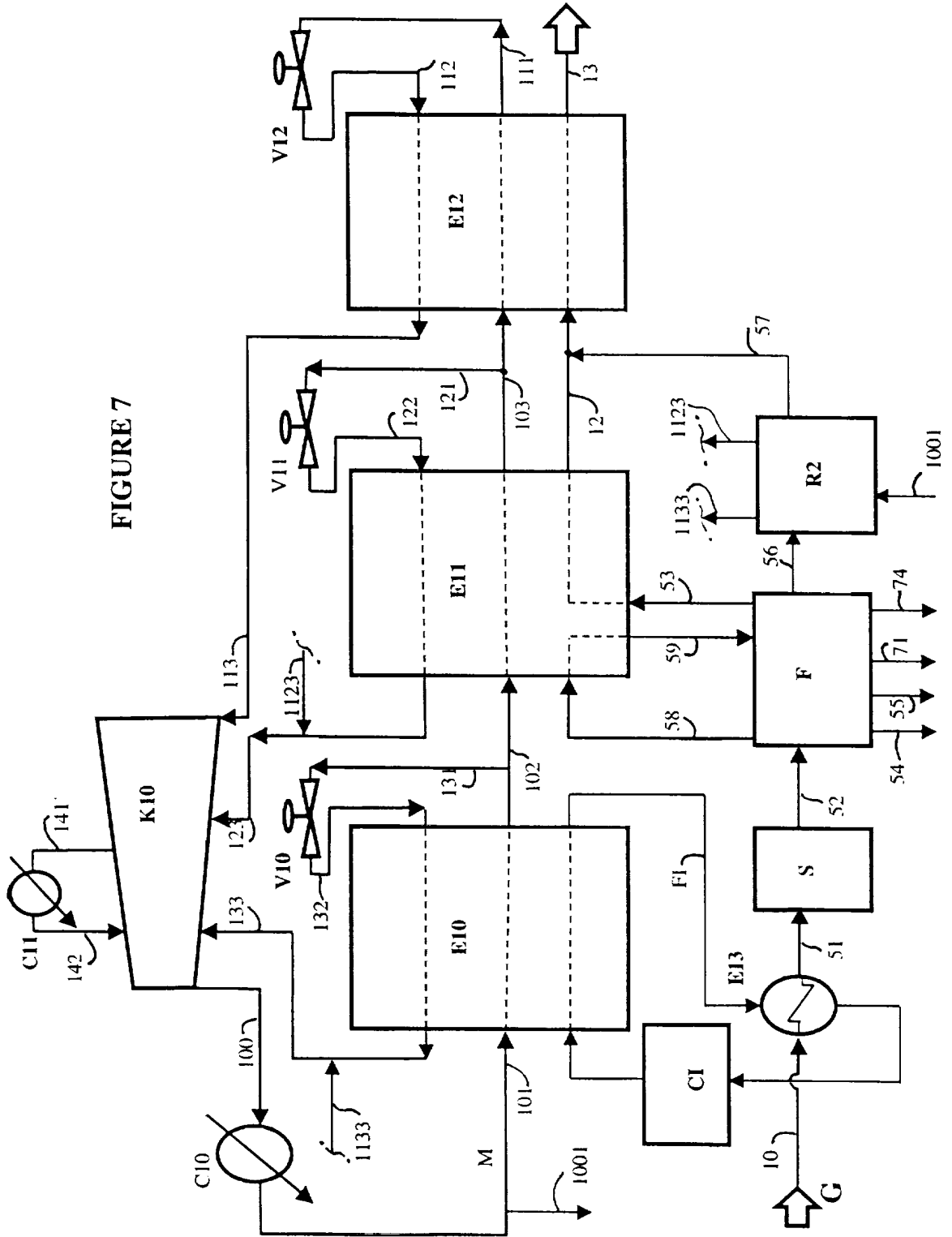


FIGURE 6

FIGURE 7



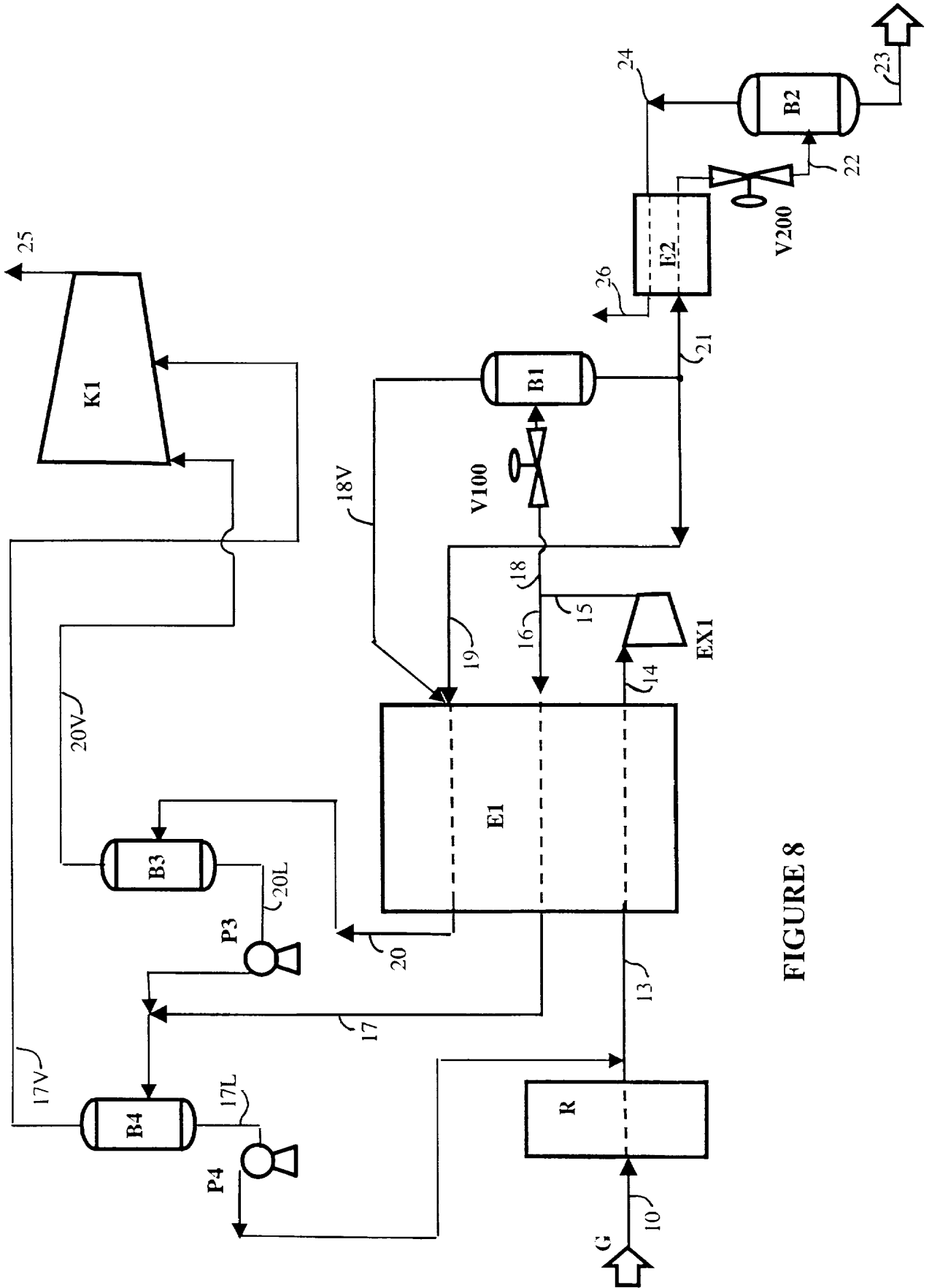


FIGURE 8

RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

2803851

N° d'enregistrement
 national

FA 583266
 FR 0000737

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 0 599 443 A (CHIYODA CHEM ENG CONSTRUCT CO) 1 juin 1994 (1994-06-01) * page 2, ligne 31 - ligne 34; figures 1,2 * * page 2, ligne 46 - ligne 50 * * page 4, ligne 38 - ligne 53 * * page 5, ligne 1 - ligne 5 * * page 5, ligne 18 - page 6, ligne 34 *	1,4-10, 13,15,17	C10G5/06 F25J1/02
A	---	2,16,18	
D,A	US 5 826 444 A (CAPRON PIERRE ET AL) 27 octobre 1998 (1998-10-27) * colonne 2, ligne 20 - ligne 41; figures 2,6,7 * * colonne 2, ligne 63 - ligne 67 * * colonne 4, ligne 31 - colonne 5, ligne 35 * * colonne 6, ligne 60 - colonne 7, ligne 4 * * colonne 7, ligne 18 - ligne 38 *	1,5, 7-14, 16-18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
X	US 3 690 114 A (SWEARINGEN JUDSON S ET AL) 12 septembre 1972 (1972-09-12) * colonne 2, ligne 15 - ligne 27; figures 1,2 * * colonne 2, ligne 41 - ligne 44 * * colonne 2, ligne 52 - colonne 3, ligne 7 * * colonne 5, ligne 22 - ligne 26 *	1,3-9, 13-15	F25J
A	---	2	
	--- -/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 octobre 2000		Bertin, S	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>..... & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1
 EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D, X	US 4 195 979 A (MARTIN MICHAEL D) 1 avril 1980 (1980-04-01) * colonne 2, ligne 11 - ligne 19; figure 1 * * colonne 3, ligne 3 - ligne 9 * * colonne 4, ligne 3 - ligne 19 * * colonne 4, ligne 35 - ligne 42 * * colonne 5, ligne 5 - ligne 25 * * colonne 5, ligne 60 - colonne 6, ligne 17 *	1,3-7, 11,13,14	
A	-----	2,16-18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		16 octobre 2000	Bertin, S
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>..... & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1
 EPO FORM 1503 12.95 (F04C14)