

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 27621 A1** (51) Cl. internationale : **F25J 1/00**

(43) Date de publication :
01.11.2005

(21) N° Dépôt :
28438

(22) Date de Dépôt :
12.08.2005

(30) Données de Priorité :
22.01.2003 AU 2003900327

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/AU2003/001623 04.12.2003

(71) Demandeur(s) :
**LNG INTERNATIONAL PTY LTD, LEVEL 22, ALLENDALE SQUARE, 77 ST GEORGE'S
TERRACE PERTH, W.A. 6000 (AU)**

(72) Inventeur(s) :
Bridgwood, Paul, William

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY TMP AGENTS

(54) Titre : **UN PROCEDE DE REFRIGERATION ET LA PRODUCTION DE GAZ NATUREL
LIQUEFIE**

(57) Abrégé : Procédé et appareil pour la production de gaz naturel liquéfié utilisant un cycle de réfrigération, caractérisé par les étapes de:- i) prétraitement d'un flux de gaz naturel; ii) refroidissement de l'un ou l'autre ou des deux du flux de gaz prétraité résultant ou d'un flux de gaz réfrigérant dans le cycle de réfrigération; et iii) liquéfaction du gaz naturel.

EXTRAIT

Procédé et appareil pour la production de gaz naturel liquéfié utilisant un cycle de
5 réfrigération, caractérisé par les étapes de:- i) prétraitement d'un flux de gaz naturel; ii)
refroidissement de l'un ou l'autre ou des deux du flux de gaz prétraité résultant ou d'un flux de
gaz réfrigérant dans le cycle de réfrigération; et iii) liquéfaction du gaz naturel.

Un Procédé de Réfrigération et la Production de Gaz Naturel Liquéfié

Domaine de l'Invention

5 La présente invention porte sur un procédé de réfrigération. Plus particulièrement, le procédé de réfrigération de la présente invention a une application particulière dans la production de gaz naturel liquéfié.

Contexte de la Technique

10

Les procédés traditionnels pour la production de gaz naturel liquéfié comprennent (ci-après appelé "GNL"), au sens large, une étape de prétraitement du gaz naturel et une étape de liquéfaction du gaz. L'étape de prétraitement est requise pour éliminer les composants du flux gazeux qui se gèlera en solide à des températures cryogéniques. Des exemples de ces
15 composants éliminés pour cette raison sont le gaz carbonique, l'hydrogène sulfuré, les hydrocarbures lourds et l'eau. Le gaz carbonique et/ou l'hydrogène sulfuré sont typiquement éliminés dans un procédé d'absorption (par exemple en utilisant une amine) et/ou un procédé de séparation par membrane; les hydrocarbures lourds sont éliminés par refroidissement et condensation, et l'eau est éliminée par un procédé de déshydratation (par exemple en utilisant
20 des tamis moléculaires). Ce prétraitement peut soit demander ou provoquer que le gaz soit chauffé à environ 50°C.

L'étape de liquéfaction du procédé comprend tant un échange de chaleur cryogénique que la réfrigération. L'étape de prétraitement donne un gaz "sec peu corrosif" qui est passé à travers
25 un échangeur de chaleur et une vanne de détente, où il est refroidi à environ -150°C (en fonction de la composition du gaz et de la pression de stockage), liquéfié et transféré pour stockage. Une variété de méthodes de réfrigération utilisant divers réfrigérants et procédés sont connues.

30 Dans un exemple de la technique antérieure (typiquement pour des usines à petite échelle), l'étape de réfrigération consiste chacune d'une compression classique, d'un refroidissement par de l'air ou de l'eau et d'un cycle de détenteur, dans lequel la plupart de la réfrigération est fournie par la détente isentropique d'un courant de recyclage. Un turbo-détendeur-compresseur est utilisé pour récupérer l'énergie de détente du gaz et le réfrigérant est

davantage compressé dans des surpresseurs actionnés au gaz. Un réfrigérant chaud est refroidi à l'avance par un gaz réfrigérant froid avant d'entrer le cycle de détente afin que les températures cryogéniques nécessaires soient obtenues.

5 Dans un autre exemple de la technique antérieure (typiquement pour des usines plus grandes), deux cycles de réfrigérant sont fournis. Chaque cycle a son propre entraînement de compresseur (traditionnellement en utilisant des turbines à gaz mais pourrait de même utiliser des entraînements électriques actionnés par des générateurs à turbine à gaz). Le "premier" cycle est utilisé pour prérefrigerer le gaz naturel ainsi que pour prérefrigerer le "second" cycle à température inférieure. Le réfrigérant pour le premier cycle utilise typiquement du propane
10 ou un réfrigérant mixte.

Les procédés typiquement utilisés pour la production de GNL comme ci-dessus décrit, ont des besoins en énergie importants pour le refroidissement et la liquéfaction du gaz naturel.

15 Autrement, si un procédé plus économique en énergie est sélectionné, ce procédé sera très cher en termes de coûts d'investissement initiaux. Cette énergie est fournie par des entraînements mécaniques qui utilisent des machines motrices, comme les turbines à gaz, les moteurs à gaz et/ou les moteurs électriques, pour entraîner les compresseurs pour les procédés nécessaires de réfrigération. Les machines motrices sont naturellement très
20 inefficaces et sont connues pour convertir typiquement seulement 25-40% de l'énergie fournie comme combustible en puissance utile de compression pour le procédé de réfrigération. La majorité de l'énergie est perdue dans l'atmosphère sous forme de chaleur. En tant que tels, les procédés actuellement disponibles pour la production de GNL sont très inefficaces.

25

Dans les procédés connus de GNL, le gaz naturel d'alimentation est typiquement prétraité pour éliminer le gaz carbonique, les hydrocarbures lourds et l'eau avant la liquéfaction. Ce prétraitement demande le chauffage dans une absorption au solvant ou système de séparation par membrane. En conséquence, une énergie de refroidissement supplémentaire est alors
30 requise pour liquéfier le gaz naturel.

Le procédé pour la production de gaz naturel liquéfié de la présente invention a comme but de surmonter en grande partie les problèmes ci-dessus mentionnés de la technique antérieure, ou au moins de fournir une autre possibilité pour celle-ci.

Dans tout le mémoire descriptif, à moins que le contexte ne le demande autrement, le mot "comprennent" ou les variantes comme "comprend" ou "comprenant", sera entendu comme laissant supposer l'inclusion d'un nombre entier relatif ou groupe de nombres entiers relatifs
5 spécifié mais pas l'exclusion de tout autre nombre entier relatif ou groupe de nombres entiers relatifs.

La discussion précédente du contexte de la technique vise seulement à faciliter la compréhension la présente invention. Il faudra bien se rendre compte que la discussion n'est
10 pas une reconnaissance ni une admission que la documentation mentionnée faisait partie de la culture générale courante en Australie ni dans tout autre pays et/ou région à la date de priorité de la demande.

Description de l'Invention

15

En conformité avec la présente invention, il est donné un procédé pour la production de gaz naturel liquéfié en utilisant un cycle de réfrigération, le procédé est caractérisé par les étapes de:-

- 20 i) prétraitement d'un flux de gaz naturel;
- ii) refroidissement de l'un ou l'autre ou des deux du flux de gaz prétraité résultant ou d'un flux de gaz réfrigérant dans le cycle de réfrigération; et
- 25 iii) liquéfaction du gaz naturel.

De préférence, l'étape de refroidissement fonctionne au moins en partie par la chaleur d'échappement provenant de l'étape de liquéfaction. La chaleur d'échappement peut comprendre de l'eau de cheminse chaude et/ou des gaz d'échappement chauds du moteur
30 principal à gaz ou du compresseur à turbine. De plus, la chaleur peut aussi être fournie par un ou plusieurs du groupe des machines motrices, compresseurs, brûlage de torche ou d'autres gaz d'échappement ou liquides, et énergie solaire.

Quand même de préférence, la chaleur d'échappement de l'étape de liquéfaction est utilisée, au moins en partie, dans l'étape de prétraitement du gaz.

L'étape de refroidissement peut davantage condenser certains composants du flux de gaz naturel prétraité. Les composants du courant de gaz naturel condensé de cette manière peuvent comprendre l'eau, les hydrocarbures lourds et/ou le gaz carbonique.

De plus de préférence, l'étape de refroidissement refroidit le flux de gaz à une température entre environ -80°C et 10°C . Le refroidissement du flux de gaz prétraité est de préférence effectué dans un nombre d'étapes afin de permettre la condensation sélective et l'élimination des divers composants de celui-ci.

Le refroidissement du flux de gaz réfrigérant peut provoquer que certains composants dans le gaz réfrigérant se condensent. Le liquide ainsi formé peut être pompé et enflammé pour améliorer l'efficacité comme dans un cycle réfrigérant mixte traditionnel.

Quand même encore de préférence, l'étape de refroidissement utilise soit un refroidisseur d'absorption au bromure de lithium ou à l'ammoniaque.

Dans une forme de l'invention soit un turbo-détendeur ou une soupape "JT" ou un dispositif d'ajutage est ajouté entre l'étape de refroidissement et l'étape de liquéfaction pour refroidir davantage le flux de gaz naturel.

En conformité avec la présente invention, il est de plus donné un appareil pour la production de gaz naturel liquéfié, l'appareil comprend un ensemble d'absorption et/ou de séparation par membrane pour l'élimination du gaz carbonique, un ensemble de déshydratation pour l'élimination de l'eau, un ensemble de liquéfaction, au moins un refroidisseur et au moins un ensemble de compresseur réfrigérant, le refroidisseur étant disposé afin de refroidir le flux de gaz naturel à liquéfier.

Dans une forme de l'invention, l'ensemble de liquéfaction comprend de plus le refroidisseur disposé pour refroidir le flux de gaz naturel prétraité des ensembles d'absorption par solvant et de déshydratation avant de passer ce flux de gaz à un échangeur de chaleur cryogénique.

Dans une autre forme de la présente invention, le refroidisseur se trouve avant les ensembles d'amine et/ou de séparation par membrane, ou comme partie de ceux-ci, afin d'aider au prétraitement du flux de gaz naturel. Le refroidisseur peut comprendre une ou plusieurs étapes de refroidisseur.

5

Dans encore une autre forme de l'invention le refroidisseur est situé dans le cycle de réfrigération pour améliorer l'efficacité de celui-ci. Le refroidisseur peut être situé tant dans le flux de gaz naturel que dans l'ensemble de réfrigération, ou bien dans l'un ou l'autre de ceux-ci.

10

De préférence, le refroidisseur fonctionne par la chaleur d'échappement de l'ensemble de compresseur réfrigérant et de chacun d'eux. Cette chaleur d'échappement peut aussi être orientée vers l'ensemble d'amine pour la régénération d'amine et/ou l'ensemble de déshydratation pour la régénération des tamis moléculaires utilisés dans celui-ci.

15

Le refroidisseur peut être fourni sous la forme d'un refroidisseur d'absorption soit à l'ammoniaque ou au bromure de lithium. Le refroidisseur d'absorption à l'ammoniaque refroidi de préférence le flux de gaz d'environ -30 à -80°C tandis que le refroidisseur d'absorption au bromure de lithium refroidi le flux de gaz d'environ 0 à 10°C .

20

Un turbo-détendeur ou une soupape "JT" ou un dispositif d'ajutage peut être ajouté en aval du refroidisseur.

En conformité avec la présente invention il est de plus donné un procédé de réfrigération dans lequel la chaleur d'échappement est utilisée pour refroidir un flux de procédé ainsi réduisant la charge de réfrigération.

25

Dans une forme de réalisation de la présente invention le procédé de réfrigération est utilisé dans une usine de distillation d'air. Dans une autre forme de l'invention le procédé de réfrigération est utilisé dans un procédé d'extraction de GNL. Dans encore une autre forme de la présente invention, le procédé de réfrigération est utilisé pour prétraiter le gaz.

30

Description Succincte des Dessins

La présente invention sera maintenant décrite, au moyen d'exemple seulement, avec référence à une forme de réalisation de celle-ci et les dessins joints, dans lesquels:-

5

Figure 1 est un schéma de principe schématique d'un procédé de la production de gaz naturel liquéfié en conformité avec la présente invention;

Figure 2 est une représentation schématique d'une forme de réalisation du procédé de la
10 Figure 1;

Figure 3 est un diagramme enthalpique de pression pour le procédé de la présente invention en utilisant un refroidisseur d'absorption à l'ammoniaque dans lequel l'étape de refroidissement refroidit un flux de gaz naturel à environ -50°C ;

15

Figure 4 est un graphique de Température contre Enthalpie dans le procédé des Figures 2 et 3, démontrant l'effet du refroidisseur d'absorption sur l'ensemble de la charge de refroidissement; et

20 Figure 5 est un schéma de principe schématique d'un procédé pour la production de gaz naturel liquéfié en conformité avec une seconde forme de réalisation de la présente invention.

Meilleure(s) Méthode(s) pour Réaliser l'Invention

25 Dans la Figure 1 il est illustré un procédé 10 pour la production de gaz naturel liquéfié en conformité avec la présente invention. Le procédé 10 comprend en gros le passage d'une alimentation de gaz naturel 12 vers une étape de prétraitement de gaz 14, après quoi le flux de gaz est passé dans un refroidisseur 16. Le refroidisseur 16 refroidit le flux de gaz à environ -50°C avant que le flux de gaz ne passe dans une étape de liquéfaction 18, finalement
30 produisant un produit de gaz naturel liquéfié ("GNL") 20.

Comme il est illustré dans la Figure 1, la chaleur d'échappement de l'étape de liquéfaction 18 est utilisée tant par le refroidisseur 16 que par l'étape de prétraitement 14.

Dans la Figure 2 il est illustré le procédé 10 plus en détails que dans la Figure 1.

Le flux de gaz naturel 12 est soumis à une étape de prétraitement 14 comprenant un ensemble d'amine 22 et un ensemble de déshydratation 24. L'ensemble d'amine 22 et l'ensemble de déshydratation 24 éliminent le gaz carbonique et l'eau du flux de gaz naturel 12 respectivement. En règle générale, l'étape de prétraitement 14 est requise pour éliminer les composants dans le flux de gaz naturel 12 qui autrement géleraient à des températures cryogéniques ressenties dans l'étape de liquéfaction 12. L'étape de prétraitement 14 demande normalement que le flux de gaz naturel 12 soit chauffé à environ 50°C. Comme telle, cette étape demande plus de refroidissement et plus d'énergie pour en fin de compte atteindre la température de liquéfaction dans l'étape de liquéfaction ultérieure 18.

L'étape de liquéfaction 18 comprend au moins la majorité d'un ensemble de liquéfaction 26 illustré dans la Figure 2, l'ensemble de liquéfaction 26 comprend un échangeur de chaleur cryogénique principal 28 et un ou plusieurs compresseurs-détendeurs 30 ensemble avec un cycle de réfrigération 32. Le cycle de réfrigération 32 comprend de plus un ou plusieurs ensembles de compresseur réfrigérant 34.

L'ensemble de liquéfaction 18 donne du GNL qui est passé à un ou plusieurs réservoirs de GNL 36 par un séparateur de GNL 39.

Le gaz naturel sec peu corrosif produit par l'étape de prétraitement 14 passe à travers un échangeur de chaleur 28 et une vanne de détente 38, où il est refroidi à environ -150°C et liquéfié avant de passer dans les réservoirs de GNL 36. Le séparateur de GNL produit un petit volume de vapeur instantanée 39 qui est utilisée comme gaz d'appoint pour le cycle de réfrigération 32, comme un gaz de régénération 40 et finalement comme un gaz de combustion 41 pour les entraînements du compresseur 34.

Le cycle de réfrigération 32 comprend une compression à plusieurs étapes, refroidissement à l'air ou à l'eau et un cycle de détente, avec la plupart de la réfrigération produite par la détente isentropique d'un flux de recyclage. L'énergie de la détente du gaz est récupérée dans un turbo-compresseur-détendeur et le réfrigérant est davantage comprimé dans les surpresseurs principaux actionnés par moteur ou turbine à gaz. Un réfrigérant chaud est

refroidi à l'avance par un gaz réfrigérant froid avant d'entrer le dilateur afin que la température cryogénique requise dans l'échangeur de chaleur 28 soit atteinte.

Le refroidisseur 16 est fourni en ligne entre, ou en amont de, l'étape de prétraitement 14 et l'ensemble de liquéfaction 18. L'étape de refroidissement 16 peut être effectuée par soit un
5 refroidisseur d'absorption au bromure de lithium, refroidissant le flux de gaz naturel à environ 10°C, ou un refroidisseur d'absorption à l'ammoniaque, refroidissant le gaz naturel à environ -50°C, ou peut être une combinaison de ces méthodes. Le refroidissement du flux de gaz naturel de l'échangeur de chaleur 28 réduit sensiblement la charge sur liquéfacteur/usine de
10 réfrigération par, d'après l'expérience des demandeurs, au moins 50% en comparaison avec la technique antérieure.

L'étape du refroidisseur 16 utilise la chaleur d'échappement 42, comprenant de l'eau de chemise chaude et/ou des gaz d'échappement chauds, des entraînements du moteur principal à
15 gaz 34. Ce système de chauffage peut aussi être utilisé pour régénérer l'amine et/ou préchauffer le flux de gaz naturel avant d'entrer les membranes et/ou chauffer le gaz de régénération requis pour les tamis moléculaires de l'ensemble de déshydratation 24. Le gaz réfrigérant sec chaud de la décharge du compresseur peut aussi être utilisé pour régénérer les tamis moléculaires de l'ensemble de déshydratation 24, avant que ce même gaz ne soit utilisé
20 comme carburant pour les entraînements du compresseur 34.

De la chaleur supplémentaire peut être utilisée dans l'étape de refroidisseur 16, comme elle pourrait être disponible comme chaleur d'échappement d'autres machines motrices par exemple celles utilisées pour la génération d'énergie, chaleur de la compression du brûlage de
25 torche ou d'autres gaz d'échappement ou liquides, énergie solaire et analogues.

Il faudra aussi comprendre que, en fonction de la composition du flux de gaz naturel 12, un autre avantage du procédé 10 de la présente invention est que l'étape de refroidissement 16 peut condenser certains composants, y compris les hydrocarbures lourds, les GPL, l'eau,
30 l'hydrogène sulfuré et/ou le gaz carbonique. Ces composants condensés peuvent soit être un flux de produit utile ou peuvent aider dans le procédé de prétraitement même. De plus, la vapeur instantanée 39 du séparateur de GNL 37 est élevée en azote, améliorant ainsi la valeur de chauffage du produit de GNL 20. De plus, la vapeur instantanée 39 est complètement desséchée la rendant particulièrement appropriée pour le gaz de régénération 40 et la rendant

particulièrement appropriée comme gaz combustible 41 dans les entraînements du compresseur 34 en raison de son indice élevé de méthane.

5 Dans la Figure 3 il est illustré un diagramme enthalpique de pression pour le procédé 10 de la présente invention utilisant un refroidisseur d'absorption à l'ammoniaque refroidissant le flux de gaz naturel à environ -50°C , suivi par un détendeur ou soupape "JT" 38, comme il est illustré dans la Figure 2, pour davantage refroidir à l'avance le flux de gaz naturel. Il est envisagé qu'un compresseur, par exemple un compresseur à vide (non illustré), puisse aussi être ajouté au circuit d'ammoniaque pour davantage refroidir d'avance le gaz naturel.

10

Dans la Figure 4 il est illustré un diagramme de température contre enthalpie de l'échangeur de chaleur 28 démontrant la diminution importante dans la charge de refroidissement sur l'échangeur de chaleur à la suite de la présence du refroidisseur d'absorption 16 qui a refroidi le flux de gaz naturel à environ -50°C .

15

Il est envisagé que plus qu'une seule étape de refroidisseur 16 soit utilisée. La ou chaque étape de refroidisseur 16 peut de plus être commandée par des sources de chaleur autres que les ensembles de compresseur réfrigérant décrits ci-dessus.

20 Il est de plus envisagé que la ou chaque étape de refroidisseur 16 puisse utiliser des liquides autres que l'ammoniaque et le bromure de lithium ci-dessus décrits.

25 Dans la Figure 5 il est illustré un procédé 100 pour le production de GNL en conformité avec une seconde forme de réalisation de la présente invention. Le procédé 100 est en grande partie identique au procédé 10 décrit ci-dessus et les chiffres identiques désignent des pièces et étapes identiques.

30 D'une manière importante, un nombre de refroidisseur 102 sont fournis dans le flux du procédé, chacun étant actionné par de la chaleur d'échappement du cycle de réfrigération 32. Les refroidisseurs 102 sont placés dans l'étape de prétraitement du gaz 14 directement après chaque élimination de gaz carbonique et séchage, et immédiatement avant l'échangeur de chaleur 28 du cycle de réfrigération 32. Comme il est noté auparavant, ce refroidissement échelonné du flux de gaz naturel 12 permet une condensation sélective et l'élimination des

divers composants de celui-ci. Dans le cycle de réfrigération 32 un refroidisseur 102 est utilisé pour refroidir le réfrigérant mixte.

5 Les procédés 10 et 100 pour le production de GNL chacun comprennent de la chaleur d'échappement du cycle de réfrigération pour générer de la chaleur ou du froid comme il est requis, ainsi augmentant l'efficacité de la production de GNL en comparaison avec les procédés de la technique antérieure. Par exemple, les procédés de GNL de la technique antérieure perdent de l'énergie par la chaleur d'échappement dans l'atmosphère. La présente invention utilise la chaleur d'échappement pour refroidir le gaz naturel et/ou le réfrigérant, ainsi améliorant l'efficacité du procédé, diminuant les coûts d'investissement et d'exploitation, réduisant les émissions de gaz qui provoquent l'effet de serre et simplifiant le procédé. Sinon, une efficacité identique à celle des procédés de la technique antérieure peut être obtenue à un coût d'investissements inférieur.

15 Il est envisagé que le procédé de la présente invention puisse être appliqué globalement aux procédés de réfrigération, y compris ceux utilisés dans les usines de distillation d'air et les procédés d'extraction de GPL, ainsi donnant des avantages identiques en ce qui concerne l'utilisation de chaleur d'échappement. Chacun de ces procédés demandent la réfrigération et la chaleur d'échappement peuvent également être utilisés pour refroidir le flux, ainsi améliorant l'efficacité et diminuant les coûts.

Il est de plus envisagé que le procédé de réfrigération décrit ci-dessus puisse être utilisé pour rénover des usines existantes inefficaces de GNL ou de distillation d'air.

25 Les modifications et variations telles qu'elles seront évidentes pour le destinataire qualifié sont considérées comme dans les limites de la présente invention.

Les revendications définissant l'invention sont comme suit:-

1. Un procédé pour la production de gaz naturel liquéfié utilisant un cycle de réfrigération, le procédé comprenant les étapes de:-
 - 5 (i) prétraitement d'un flux de gaz naturel;
 - (ii) refroidissement de l'un ou l'autre ou des deux du flux de gaz prétraité résultant ou d'un flux de gaz réfrigérant dans le cycle de réfrigération, le refroidissement étant commandé au moins en partie par de la chaleur d'échappement du cycle de réfrigération; et
 - 10 (iii) passage du flux de gaz naturel prétraité des étapes (i) ou (ii) à travers le cycle de réfrigération et liquéfaction du flux de gaz naturel prétraité des étapes (i) ou (ii).
2. Un procédé conformément à la revendication 1, où la chaleur d'échappement comprend de l'eau de chemise chaude et/ou des gaz d'échappement chauds d'un moteur principal à gaz ou d'un compresseur à turbine.
- 15 3. Un procédé conformément à la revendication 1, où la chaleur d'échappement de l'un ou de plusieurs du groupe des machines motrices, compresseurs, brûlage de torche ou d'autres gaz d'échappement ou liquides, et énergie solaire.
- 20 4. Un procédé conformément à l'une quelconque des revendications précédentes, où la chaleur d'échappement de l'étape de liquéfaction est utilisée, au moins en partie, dans l'étape de prétraitement du gaz.
5. Un procédé en conformité avec l'une quelconque des revendications précédentes, où 25 l'étape de refroidissement condense certains composants du flux de gaz naturel prétraité.
6. Un procédé conformément à la revendication 5, où les composés du flux de gaz naturel condensés de cette manière comprennent un ou plusieurs de l'eau, hydrocarbures lourds et/ou gaz carbonique.
- 30 7. Un procédé en conformité avec l'une quelconque des revendications précédentes, où l'étape de refroidissement refroidit le flux de gaz à une température entre environ -80°C et 10°C .

8. Un procédé en conformité avec l'une quelconque des revendications précédentes, où le refroidissement du flux de gaz naturel prétraité est effectuée dans un nombre d'étapes afin de permettre la condensation sélective et l'élimination de divers composants de celui-ci.
- 5 9. Un procédé conformément à l'une quelconque des revendications précédentes, où le refroidissement du flux de gaz réfrigérant fait que certains composants dans le gaz réfrigérant se condensent, le liquide ainsi formé étant pompé et enflammé pour améliorer l'efficacité comme dans un cycle réfrigérant mixte traditionnel.
- 10 10. Un procédé conformément à l'une quelconque des revendications précédentes, où l'étape de refroidissement utilise soit un refroidisseur d'absorption au bromure de lithium ou à l'ammoniaque.
11. Un procédé conformément à l'une quelconque des revendications précédentes, où
15 soit un turbo-détendeur ou une soupape "JT" ou un dispositif d'ajutage est ajouté entre l'étape de refroidissement et l'étape de liquéfaction pour refroidir davantage le flux de gaz naturel.
12. Un appareil pour la production de gaz naturel liquéfié, l'appareil comprend un ensemble d'absorption et/ou de séparation par membrane pour l'élimination du gaz
20 carbonique, un ensemble de déshydratation pour l'élimination de l'eau, un ensemble de liquéfaction, au moins un refroidisseur et au moins un ensemble de compresseur réfrigérant, le refroidisseur étant disposé afin de refroidir le flux de gaz naturel à liquéfier.
13. Un appareil conformément à la revendication 12, où l'ensemble de liquéfaction
25 comprend de plus le refroidisseur disposé pour refroidir un flux de gaz naturel prétraité des ensembles d'absorption par solvant et de déshydratation avant de passer ce flux de gaz à un échangeur de chaleur cryogénique.
14. Un appareil conformément à la revendication 12 ou 13, où le refroidisseur se trouve
30 avant les ensembles d'amine et/ou de séparation par membrane, ou comme partie de ceux-ci, afin d'aider au prétraitement du flux de gaz naturel.
15. Un appareil conformément à l'une quelconque des revendications 12 à 14, où le refroidisseur comprend une ou plusieurs étapes de refroidisseur.

16. Un appareil conformément à l'une quelconque des revendications 12 à 15, où le refroidisseur est situé dans le cycle de réfrigération pour améliorer l'efficacité de celui-ci.
- 5 17. Un appareil conformément à l'un quelconque des revendications 12 à 15, où le refroidisseur est situé tant dans le flux de gaz naturel que dans le cycle de réfrigération, ou bien dans l'un ou l'autre de ceux-ci.
18. Un appareil conformément à l'une quelconque des revendications 12 à 17, où le
10 refroidisseur fonctionne par la chaleur d'échappement de l'ensemble de compresseur réfrigérant et de chacun d'eux.
19. Un appareil conformément à la revendication 18, où la chaleur d'échappement est
15 aussi orientée vers l'ensemble d'amine pour la régénération d'amine et/ou l'ensemble de déshydratation pour la régénération des tamis moléculaires utilisés dans celui-ci.
20. L'appareil conformément à l'une quelconque des revendications 12 à 19, où le
20 refroidisseur est fourni sous la forme d'un refroidisseur d'absorption soit à l'ammoniaque ou au bromure de lithium.
21. Un appareil conformément à la revendication 20, où le refroidisseur d'absorption à
l'ammoniaque refroidi le flux de gaz d'environ -30 à -80°C tandis que le refroidisseur
d'absorption au bromure de lithium refroidi le flux de gaz d'environ 0 à 10°C .
- 25 22. Un appareil conformément à l'une quelconque des revendications 12 à 21, où un turbo-détendeur ou une soupape "JT" ou un dispositif d'ajutage est ajouté en aval du refroidisseur.
23. Un procédé de réfrigération où l'un ou l'autre ou les deux d'un flux de gaz de procédé
30 ou un flux de gaz réfrigérant dans un cycle de réfrigération sont refroidis dans une étape de refroidissement, où la chaleur d'échappement du cycle de réfrigération est utilisée dans l'étape de refroidissement, réduisant ainsi une charge de réfrigération.

24. Un procédé de réfrigération conformément à la revendication 23, où le procédé de réfrigération est utilisé dans une usine de distillation d'air ou dans un procédé d'extraction de GNL.
- 5 25. Un procédé de réfrigération conformément à la revendication 23 ou 24, où le procédé de réfrigération est utilisé pour prétraiter le flux de gaz de procédé.