

⑤④ Procédé et appareil de récupération de gaz pour compresseur.

②② Date de dépôt : 17.10.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ
ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION
DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE Société
Anonyme — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 19.04.24 Bulletin 24/16.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 01.11.24 Bulletin 24/44.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : PERE Félix, MOREL Thomas,
PEYRON Jean-Marc, GRANADOS Ludovic, HAIK
Natacha, GAERTNER Axelle et PAGES Baptiste.

⑦③ Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME
POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES
PROCÉDES GEORGES CLAUDE Société Anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE, SA POUR L'ÉTUDE
L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES
CLAUDE.



Description

Titre de l'invention : Procédé et appareil de récupération de gaz pour compresseur

- [0001] La présente invention est relative à un procédé et appareil de récupération de gaz pour compresseur.
- [0002] De nombreux procédés industriels impliquent une étape de compression de gaz. Différentes technologies sont utilisées pour augmenter la pression du fluide ; cependant, elles ont presque toutes en commun l'utilisation de machines dédiées. Les pièces mobiles à l'intérieur de ces machines rendent obligatoire la présence d'un système d'étanchéité, pour limiter et réguler les fuites continues du gaz de procédé à travers les espaces entre les pièces mobiles et statiques.
- [0003] Ces systèmes partagent tous le même principe. Un gaz d'étanchéité à haute pression, séché et filtré (généralement du gaz de procédé provenant de la sortie de la machine) est injecté dans la cavité de procédé, à partir de laquelle des fuites pourraient se produire. La grande majorité de ce gaz est renvoyée dans la machine, mais une petite fraction de celui-ci est autorisée à fuir à travers un système d'étanchéité. Toutes les technologies fonctionnent en créant une chute de pression qui ne laisse fuir qu'une fraction très limitée du gaz de procédé. La fuite est finalement mélangée à un gaz d'étanchéité externe (généralement de l'azote) et éliminée, si nécessaire.
- [0004] Ce système évite la pollution du gaz de procédé par des sources externes, comme l'air, et régule la fuite, ce qui est obligatoire dès que le gaz de procédé est toxique et/ou inflammable. Par exemple, dans les procédés pétroliers et gaziers, la pollution par les hydrocarbures par l'air doit être évitée à tout prix, car elle créerait un mélange explosif. Les fuites incontrôlées d'hydrocarbures dans l'atmosphère sont également indésirables pour des raisons de sécurité et d'environnement. La technologie d'étanchéité de référence dans cette industrie est le joint gaz sec tandem utilisé sur les compresseurs rotatifs.
- [0005] Cependant, cette solution présente un inconvénient majeur : la fuite fatale de gaz de procédé. Lorsque le gaz est relativement bon marché, ceci ne pose pas de problème. C'est le cas de l'air ou de l'azote qui sont largement utilisés dans l'industrie. Mais dès que le gaz est cher ou rare, même de petites fuites peuvent avoir un impact énorme sur l'économie d'une usine. Par exemple, la plupart des procédés de liquéfaction du gaz naturel utilisent des systèmes de réfrigération à compression de vapeur, dans lesquels des mélanges d'hydrocarbures sont comprimés, liquéfiés, puis détendus à basse pression, à laquelle ils libèrent du froid par vaporisation. Ces boucles frigorifiques étant fermées, toute fuite doit être compensée par une alimentation externe en fluide

frigorigène. L'approvisionnement, le stockage sur site et la logistique associée d'hydrocarbures plus lourds que le méthane peuvent peser lourdement sur les coûts d'exploitation des usines.

- [0006] Dans ce contexte, il est pertinent d'essayer de collecter les fuites et de récupérer les molécules précieuses qu'elles contiennent, afin de réduire les coûts d'exploitation et de simplifier les opérations.
- [0007] FR2953913 décrit un système de récupération de fuites d'hélium où le mélange de gaz d'étanchéité et d'hélium est envoyé à l'unité où l'hélium à comprimer est séparé du gaz naturel qui le contient.
- [0008] EP3225940B1 décrit un système de récupération de fuites dans lequel le mélange de gaz de procédé et de gaz d'étanchéité est d'abord comprimé, puis séparé dans une colonne de distillation.
- [0009] Ceci est différent de ce qui est proposé par le procédé selon l'invention où seul le fluide de procédé est recomprimé, après séparation.
- [0010] WO2019/040521 décrit un système de récupération des fuites pour l'application GNL, dans lequel le mélange de gaz de procédé et de gaz d'étanchéité est partiellement liquéfié et séparé pour récupérer un liquide riche en gaz de procédé. Une autre revendication ajoute l'utilisation d'une pompe pour réinjecter le fluide de procédé dans le système principal.
- [0011] Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de récupération de gaz d'un compresseur dans lequel un premier fluide ayant au moins un composant est comprimé dans le compresseur comprenant un ou plusieurs étages de compression et un deuxième fluide ayant un seul composant, ce composant étant plus léger qu'un composant du premier fluide, voire que le composant du premier fluide, le deuxième fluide étant un fluide d'étanchéité, est injecté dans le compresseur au niveau d'un joint d'étanchéité du compresseur, un mélange d'une partie du premier fluide et d'au moins une partie du deuxième fluide est extrait du compresseur sous forme gazeuse, une autre partie du premier fluide sort du compresseur comme premier fluide comprimé, on refroidit et on condense partiellement le mélange, sans l'avoir comprimé, pour former un liquide enrichi en le ou au moins un composant du premier fluide et appauvri en le composant du deuxième fluide plus léger qu'un des ou le composant du premier fluide et un gaz enrichi en le composant du deuxième fluide plus léger qu'un des ou le composant du premier fluide et appauvri en le ou au moins un composant du premier fluide, on pressurise le liquide, sans l'avoir vaporisé ou après l'avoir vaporisé, au moyen d'un éjecteur ou d'un éducteur pour produire un troisième fluide et on envoie le troisième fluide au compresseur pour s'y comprimer ou en amont du compresseur.
- [0012] Selon d'autres aspects facultatifs :

- un gaz d'alimentation et le troisième fluide sont envoyés à un séparateur de phases en amont du compresseur et le gaz formé dans le séparateur de phases constitue le premier fluide.
- l'éducteur est alimenté par une partie du fluide comprimé dans le compresseur et par le liquide enrichi en le ou les composants du premier fluide et appauvri en le composant du deuxième fluide sous forme liquide.
- l'éjecteur est alimenté par une partie du fluide comprimé dans le compresseur et par le liquide enrichi en le ou les composants du premier fluide et appauvri en le composant du deuxième fluide sous forme gazeuse.
- le liquide est vaporisé par échange de chaleur avec le mélange pour le refroidir.
- le liquide se vaporise dans un échangeur de chaleur dédié.
- un autre liquide frigorigène se vaporise par échange de chaleur avec le mélange qui se refroidit et se condense partiellement.
- le premier fluide comprend de l'azote et/ou de l'argon et/ou du méthane et/ou de l'éthane et/ou de l'éthylène et/ou du propane et/ou du propylène et/ou du butane et/ou du pentane.
- le deuxième fluide est de l'azote.

[0013] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de liquéfaction à basse température comprenant un compresseur comprenant un ou plusieurs étages de compression, des moyens pour envoyer un premier fluide être comprimé dans le compresseur, des moyens pour injecter un deuxième fluide, qui est un fluide d'étanchéité dans le compresseur au niveau d'un joint d'étanchéité du compresseur, le deuxième fluide ayant un seul composant, ce composant étant plus léger qu'au moins un composant du premier fluide, des moyens pour extraire un mélange d'une partie du premier fluide et d'au moins une partie du deuxième fluide du compresseur sous forme gazeuse, des moyens pour sortir une autre partie du premier fluide du compresseur comme premier fluide comprimé, des moyens pour refroidir et condenser partiellement le mélange, sans l'avoir comprimé, pour former un liquide enrichi en le ou les composants du premier fluide et appauvri en le composant du deuxième fluide et un gaz enrichi en le composant du deuxième fluide et appauvri en le ou les composants du premier fluide, un éjecteur ou un éducteur pour pressuriser le liquide ou le liquide vaporisé pour produire un troisième fluide et des moyens pour envoyer le troisième fluide de l'éjecteur ou de l'éducteur au compresseur pour s'y comprimer ou en amont du compresseur.

[0014] Selon d'autres aspects facultatifs :

- il y a des moyens pour envoyer un gaz d'alimentation et le troisième fluide à un séparateur de phases en amont du compresseur et le gaz formé dans le séparateur de phases constitue le premier fluide.
 - l'éjecteur est alimenté par une partie du fluide comprimé dans le compresseur et par le liquide enrichi en l'un ou les composants du premier fluide et appauvri en l'un ou les composants du deuxième fluide sous forme liquide.
 - l'éjecteur est alimenté par une partie du fluide comprimé dans le compresseur et par le liquide enrichi en l'un ou les composants du premier fluide et appauvri en l'un ou les composants du deuxième fluide sous forme gazeuse.
 - le liquide est vaporisé par échange de chaleur avec le mélange pour le refroidir.
 - le liquide se vaporise dans un échangeur de chaleur dédié.
 - un autre liquide frigorigène se vaporise par échange de chaleur avec le mélange qui se refroidit et se condense partiellement.
 - le premier fluide comprend de l'azote et/ou de l'argon et/ou du méthane et/ou de l'éthane et/ou de l'éthylène et/ou du propane et/ou du propylène et/ou du butane et/ou du pentane.
 - le deuxième fluide est de l'azote.
 - les moyens pour refroidir le mélange comprennent un premier et un deuxième échangeur de chaleur en série, ainsi des moyens reliant la sortie du premier échangeur de chaleur avec l'entrée du compresseur à travers une vanne.
- [0015] L'invention sera décrite de manière plus détaillée en se référant aux figures où :
- [0016] [Fig.1] illustre un procédé selon l'invention
- [0017] [Fig.2] illustre un autre procédé selon l'invention
- [0018] L'invention décrite ci-après vise à :
- séparer d'abord le gaz à comprimer du gaz d'étanchéité,
 - puis recomprimer le fluide séparé pour le réinjecter dans le compresseur.
- [0019] [Fig.1] décrit un procédé de récupération de gaz par exemple d'un cycle de réfrigération à réfrigérants mixtes, utilisé par exemple pour fournir du froid dans un procédé de liquéfaction de gaz naturel, d'hydrogène ou d'hélium.
- [0020] Il est bien connu d'utiliser dans un liquéfacteur un cycle de réfrigération où circule un mélange gazeux comprenant
- i. Un premier composant qui est de l'azote et

- ii. Au moins un deuxième composant qui est un hydrocarbure, par exemple du méthane, de l'éthane, de l'éthylène, du propane, du propylène, du butane ou du pentane.
- [0021] Si le liquéfacteur est situé dans une région mal desservie par les transports, la fourniture d'au moins un de ces composants peut poser problème. Il est donc important de réduire au maximum toute perte pendant la compression dans le compresseur de cycle C.
- [0022] Un compresseur C reçoit un gaz à comprimer 01 à basse pression et fournit un gaz comprimé 02 haute pression.
- [0023] Le gaz 01 peut par exemple être de l'argon, du néon, de l'azote, du krypton, du xénon, un gaz toxique tel que le monoxyde de carbone, un hydrocarbure tel que le méthane, d'éthane, du propane, du butane. Le gaz peut comprendre au moins deux des gaz mentionnés.
- [0024] Le système d'étanchéité du compresseur C est également alimenté par un gaz d'étanchéité 10 à un seul composant, ce composant étant plus léger qu'au moins un composant du gaz 01 et peut par exemple être de l'azote. Un mélange de gaz de procédé et de gaz d'étanchéité 20 sort du compresseur C. Évidemment un gaz à un seul composant peut néanmoins contenir quelques impuretés.
- [0025] Le mélange de gaz de procédé et de gaz d'étanchéité est à basse pression, généralement juste un peu au-dessus de la pression atmosphérique.
- [0026] Pour la plupart des applications industrielles, et notamment les boucles frigorifiques, la température de rosée du gaz à comprimer 01 est nettement supérieure à la température de rosée du gaz d'étanchéité 10. Le fluide à comprimer se concentrera donc majoritairement en phase liquide 22, tandis que le gaz d'étanchéité restera en phase gazeuse 23. La concentration du gaz d'étanchéité dans le liquide 22 serait inférieure à 5% mol. et peut-être moins de 1% mol., tout en maintenant une bonne récupération du gaz de procédé.
- [0027] La puissance frigorifique nécessaire à cette liquéfaction partielle dans l'échangeur E peut être fournie par des fluides disponibles sur site. A savoir, le froid peut provenir du :
- Fluide frigorigène des principales boucles de réfrigération (le surdimensionnement résultant serait d'environ 1%), par exemple si le gaz comprimé 02 est ensuite liquéfié dans un liquéfacteur ayant au moins une boucle de réfrigération ou si le gaz comprimé est le fluide frigorigène d'une boucle de réfrigération
 - Gaz d'évaporation des stockages cryogéniques de produits.
 - Liquide de stockage cryogénique du produit 02 si celui-ci est liquéfié par la suite.

- Azote liquide si disponible, par exemple par un bain d'azote liquide dans lequel le fluide 20 circule à l'intérieur d'un tuyau.
- [0028] L'échangeur de chaleur E liquéfiant le mélange 20 provenant des joints du compresseur C peut être un échangeur de chaleur cryogénique principal d'un appareil de liquéfaction du gaz comprimé 02, si le froid est fourni par les boucles de réfrigération principales.
- [0029] L'échangeur E peut sinon être un échangeur de chaleur dédié tel qu'un échangeur à plaques et ailettes, un échangeur de type bobiné ou un échangeur tubulaire.
- [0030] Le fluide 21 sortant de l'échangeur E contient ainsi un liquide riche en gaz de procédé, et une vapeur riche en gaz d'étanchéité. Les deux phases sont séparées dans une cuve V, par simple séparation gravitationnelle. La vapeur riche en gaz d'étanchéité 23 est alors évacuée comme elle l'aurait été si le système de récupération n'avait pas été là.
- [0031] L'échangeur E peut être constitué par deux échangeurs de chaleur en série. Le système peut comprendre des moyens pour diviser le mélange refroidi dans le premier des deux échangeurs en deux, ces moyens étant reliés à l'entrée du compresseur à travers une vanne de détente. De cette manière, quand le compresseur s'approche de l'arrêt, le mélange sera envoyé à la vanne et ensuite au compresseur pour permettre au compresseur d'atteindre sa pression d'équilibre (en anglais 'settle-out pressure '). Dans ce cas, le mélange recyclé restera toujours gazeux et il n'y aura pas de vaporisation de liquide pendant que la pression de sortie du compresseur décroît. Ceci permet de réduire la pression d'équilibre.
- [0032] Le liquide 22 est à basse pression. Il faut augmenter sa pression pour le réinjecter dans le processus principal. Cependant, les technologies de pompage habituelles pour les liquides cryogéniques ne sont pas elles-mêmes exemptes de fuites. Afin d'éviter une fuite supplémentaire qui réduirait le rendement global du système, l'utilisation d'éjecteurs ou d'éducteurs est proposée.
- [0033] L'éjecteur J est un dispositif statique, présentant un profil convergent-divergent. Lorsqu'un fluide à haute pression, gazeux ou liquide, traverse cet orifice, sa vitesse augmente à mesure que le diamètre de l'orifice diminue. Sa pression dynamique augmente, et selon la loi de Bernouilli, sa pression statique diminue. A un certain point du dispositif, la pression peut être suffisamment basse pour aspirer des fluides à basse pression, gazeux ou liquide, dans le dispositif. L'orifice s'élargit alors et la conversion de pression inverse se produit. Le fluide résultant est un mélange des fluides haute et basse pression, à une pression moyenne intermédiaire.
- [0034] Selon l'invention, un éjecteur J, alimenté par un gaz haute pression 03 qui est ici une partie du gaz comprimé 02, aspire le liquide basse pression 22. Le fluide résultant 04 est un mélange des fluides 22 et 03, à une pression intermédiaire qui permet sa

réinjection quelque part dans le processus, par exemple à l'aspiration du compresseur C.

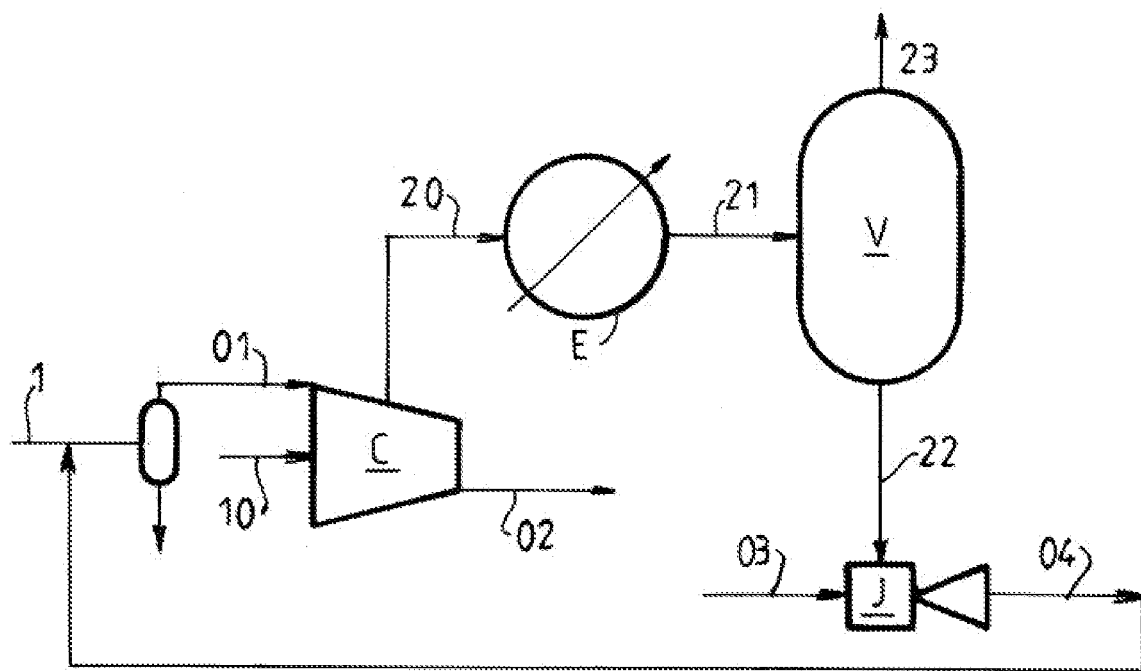
- [0035] Alternativement, le fluide 03 pourrait être un liquide à haute pression, et le dispositif J serait un éducteur.
- [0036] A noter qu'en variante, si les débits le rendent pertinent, une pompe qui délivrerait un liquide à haute pression pourrait remplacer le dispositif J. Si le débit 22 était trop faible, il serait possible de le faire fonctionner en discontinu, en stockant le liquide 22 dans un vase intermédiaire avant de l'acheminer vers la pompe lorsqu'il est disponible en quantité suffisante.
- [0037] [Fig.2] illustre une solution alternative, utilisant un échangeur dédié E pour condenser partiellement le gaz 20. Il est préférable d'utiliser un échangeur de chaleur dédié pour pouvoir accommoder des variations de débit pendant la durée de vie du compresseur.
- [0038] Les performances des éjecteurs liquide-liquide sont mauvaises et requièrent un débit d'alimentation sousrefroidi.
- [0039] Il est donc préférable d'utiliser un éjecteur gaz-gaz.
- [0040] Pour ce faire, le gaz 20 est refroidi dans un échangeur de chaleur E, de type à plaques et à ailettes en aluminium brasé. Le débit 20 est séparé dans une cuve V pour former un gaz 23 à envoyer à un brûleur et un liquide appauvri en le gaz d'étanchéité et enrichi en le gaz à comprimer. Le liquide 22 est détendu jusqu'à une pression subatmosphérique puis entre dans l'échangeur sous forme légèrement biphasique, la détente ayant généré un peu de gaz. Le fluide biphasique se réchauffe dans l'échangeur de chaleur E pour vaporiser tout liquide restant à la pression subatmosphérique par échange de chaleur avec le gaz 20, puis envoyé à l'éjecteur J avec le gaz 03 pour former un gaz 04 à plus haute pression que le gaz 22 qui est recyclé au compresseur C.
- [0041] Si la vaporisation du fluide 22 n'est pas suffisante pour condenser partiellement le gaz 20, par exemple dans le cas où le gaz 20 contient beaucoup de composants qui ne seront pas liquéfiés dans la cuve V, il sera nécessaire d'apporter du froid au procédé. Dans l'exemple, ceci est fait par un débit d'azote liquide 23 qui se vaporise dans l'échangeur de chaleur E pour former un gaz 25.
- [0042] Ceci permet de réduire de 80 à 90% les besoins de réfrigérant par rapport au procédé de la [Fig.1].

Revendications

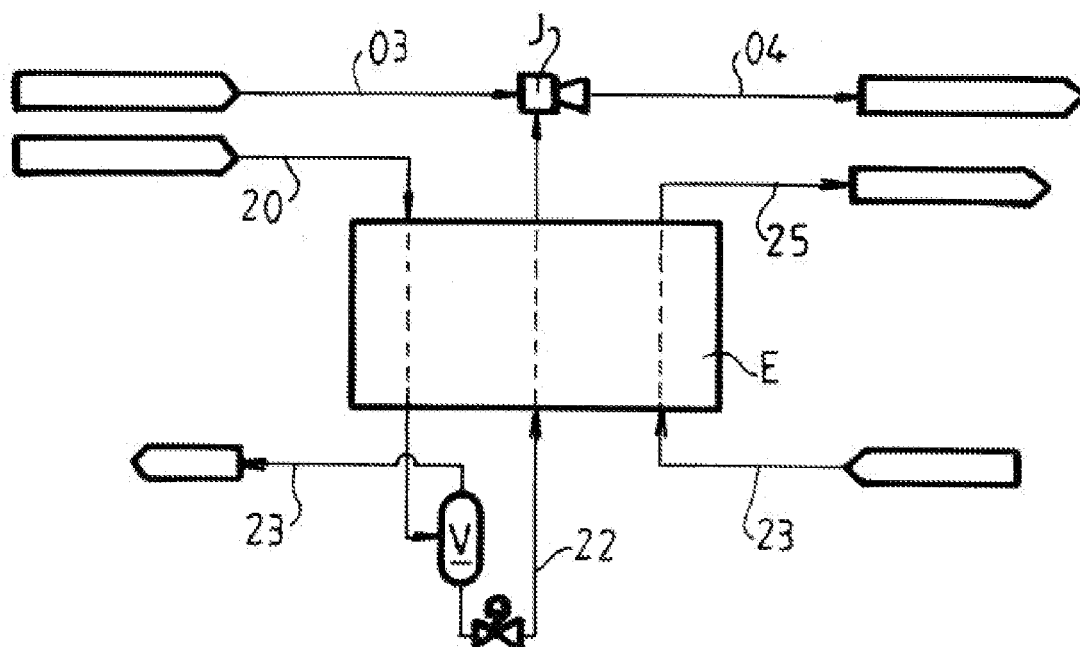
- [Revendication 1] Procédé de récupération de gaz d'un compresseur (C) dans lequel un premier fluide (01) ayant au moins un composant est comprimé dans le compresseur comprenant un ou plusieurs étages de compression et un deuxième fluide (10) ayant un seul composant, ce composant étant plus léger qu'un composant du premier fluide, voire que le composant du premier fluide, le deuxième fluide étant un fluide d'étanchéité, est injecté dans le compresseur au niveau d'un joint d'étanchéité du compresseur, un mélange (20) d'une partie du premier fluide et d'au moins une partie du deuxième fluide est extrait du compresseur sous forme gazeuse, une autre partie du premier fluide sort du compresseur comme premier fluide comprimé (02), on refroidit et on condense partiellement le mélange, sans l'avoir comprimé, pour former un liquide (22) enrichi en le ou au moins un composant du premier fluide et appauvri en le composant du deuxième fluide plus léger qu'un des ou le composant du premier fluide et un gaz (23) enrichi en le composant du deuxième fluide plus léger qu'un des ou le composant du premier fluide et appauvri en le ou au moins un composant du premier fluide caractérisé en ce que l'on pressurise le liquide, après l'avoir vaporisé, au moyen d'un éjecteur (J) pour produire un troisième fluide (04) et on envoie le troisième fluide au compresseur pour s'y comprimer ou en amont du compresseur.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1 dans lequel un gaz d'alimentation et le troisième fluide sont envoyés à un séparateur de phases en amont du compresseur et le gaz formé dans le séparateur de phases constitue le premier fluide.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel l'éjecteur (J) est alimenté par une partie du fluide (02) comprimé dans le compresseur (C) et par le liquide (22) enrichi en le ou les composants du premier fluide et appauvri en le composant du deuxième fluide sous forme gazeuse.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3 dans lequel le liquide (22) est vaporisé par échange de chaleur avec le mélange (20) pour le refroidir.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 3 ou 4 dans lequel le liquide (22) se vaporise dans un échangeur de chaleur dédié (E).

- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 3,4 ou 5 dans lequel un autre liquide frigorigène (23) se vaporise par échange de chaleur avec le mélange (20) qui se refroidit et se condense partiellement.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le premier fluide (01) comprend de l'azote et/ou de l'argon et/ou du méthane et/ou de l'éthane et/ou de l'éthylène et/ou du propane et/ou du propylène et/ou du butane et/ou du pentane.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le deuxième fluide (10) est de l'azote.
- [Revendication 9] Appareil de liquéfaction à basse température comprenant un compresseur (C) comprenant un ou plusieurs étages de compression, des moyens pour envoyer un premier fluide (01) être comprimé dans le compresseur, des moyens pour injecter un deuxième fluide(10), qui est un fluide d'étanchéité dans le compresseur au niveau d'un joint d'étanchéité du compresseur, le deuxième fluide ayant un seul composant, ce composant étant plus léger qu'au moins un composant du premier fluide, des moyens pour extraire un mélange (20) d'une partie du premier fluide et d'au moins une partie du deuxième fluide du compresseur sous forme gazeuse, des moyens pour sortir une autre partie (02) du premier fluide du compresseur comme premier fluide comprimé, des moyens (E) pour refroidir et condenser partiellement le mélange, sans l'avoir comprimé, pour former un liquide (22) enrichi en le ou les composants du premier fluide et appauvri en le composant du deuxième fluide et un gaz (23) enrichi en le composant du deuxième fluide et appauvri en le ou les composants du premier fluide, un éjecteur(J) caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (E) pour vaporiser le liquide, des moyens pour envoyer le liquide vaporisé à l'éjecteur pour pressuriser le liquide vaporisé pour produire un troisième fluide (04) et des moyens pour envoyer le troisième fluide de l'éjecteur au compresseur pour s'y comprimer ou en amont du compresseur.
- [Revendication 10] Appareil selon la revendication 9 dans lequel les moyens pour refroidir le mélange comprennent un premier et un deuxième échangeur de chaleur en série, ainsi des moyens reliant la sortie du premier échangeur de chaleur avec l'entrée du compresseur à travers une vanne.

[Fig. 1]

FIG.1

[Fig. 2]

FIG.2

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

CN 204 678 750 U (XINDI ENERGY ENGINEERING
TECH) 30 septembre 2015 (2015-09-30)

DE 10 2012 021637 A1 (LINDE AG [DE])
8 mai 2014 (2014-05-08)

CN 106 761 958 A (UNIECO MACHINERY
(CHANGSHU) CO LTD)
31 mai 2017 (2017-05-31)

WO 2019/040521 A1 (GE OIL & GAS LLC [US])
28 février 2019 (2019-02-28)

EP 2 229 567 A1 (KANFA ARAGON AS [NO])
22 septembre 2010 (2010-09-22)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT