

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.05.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 22.11.24 Bulletin 24/47.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE ANONYME —
FR.

72 Inventeur(s) : HARBAL Achraf, LECLERC Mathieu et
CALORO Gian Luigi.

73 Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE ANONYME.

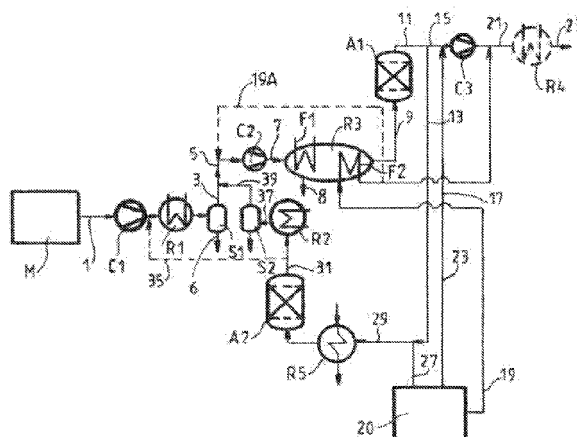
74 Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE.

54 Procédé et appareil de refroidissement et de séparation d'un débit de CO₂ contenant un premier
composant.

57 Titre de l'invention : Procédé et appareil de refroidis-
sement et de séparation d'un débit de CO₂ contenant un
premier composant

Procédé de refroidissement et de séparation d'un flux de
CO₂ (1) contenant au moins un premier composant ayant
une température de rosée entre 0 et 15°C à une première
pression dans lequel le flux est refroidi par échange indirect
de chaleur dans un seul échangeur (R3) avec de l'eau et au
moins un courant de CO₂ liquide (19) qui se vaporise for-
mant un flux de CO₂ à une troisième température, afin de
condenser l'au moins un premier composant (8) présent
dans le flux de CO₂.

Figure de l'abrégié : FIG. 1



Description

Titre de l'invention : Procédé et appareil de refroidissement et de séparation d'un débit de CO₂ contenant un premier composant

- [0001] La présente invention est relative à un procédé et à un appareil de refroidissement et de séparation, par exemple séchage, d'un débit de CO₂ contenant au moins un premier composant, pouvant être de l'eau, du méthanol, de l'ammoniac, ayant une température de condensation plus élevée que celle du CO₂.
- [0002] Le CO₂ peut contenir au moins un autre composant plus léger et/ou plus lourd que le CO₂.
- [0003] Les fumées traitées par les procédés de capture de CO₂ produisent souvent un produit CO₂ saturé en eau, disponible à basse pression alors qu'il est souvent nécessaire de le produire épuré en eau et sous pression (à cause de la spécification du produit ou de son intégration dans un liquéfacteur de CO₂). Il est alors nécessaire de le comprimer et le sécher.
- [0004] La présente invention propose une optimisation d'un agencement pour une condensation partielle de l'eau d'un fluide de CO₂ humide par refroidissement contre de l'eau et du CO₂ liquide.
- [0005] Cette invention peut être appliquée dans le cadre de différentes synergies qui peuvent être identifiées lors de la compression et le séchage du CO₂ humide avec diverses unités/technologies (par exemple, CO₂ humide provenant d'une unité de lavage aux amines sur fumées et cryogénie sur gaz résiduaire d'un PSA H₂ d'un SMR, ou encore CO₂ humide provenant d'une canalisation et séchage en amont d'un liquéfacteur).
- [0006] Quand la teneur en eau imposée par la spécification du CO₂ final est contraignante et/ou que le CO₂ est destiné à une liquéfaction à des températures en dessous de 0°C, un séchage avec un TSA est l'un des moyens permettant d'être conforme. Il est possible d'utiliser un schéma qui comprend un premier échangeur de chaleur avec de l'eau de refroidissement à une première température suivi d'un deuxième échangeur de chaleur avec de l'eau de refroidissement à une deuxième température inférieure à la première température (produite par une unité de réfrigération mécanique donc consommatrice d'énergie) ou avec un fluide réfrigérant provenant d'une unité de réfrigération mécanique afin de refroidir le CO₂ humide davantage et diminuer la taille du TSA en aval ainsi que l'énergie nécessaire pour sa régénération.
- [0007] GB-A-2416389 décrit un procédé de refroidissement de CO₂ humide dans lequel le CO₂ humide comprimé est refroidi d'abord avec l'eau de mer dans un premier échangeur de chaleur et ensuite par deux débits de CO₂ gazeux dans un deuxième échangeur de chaleur pour condenser de l'eau contenue dans le CO₂ en amont d'une

unité d'adsorption. L'eau est enlevée au moyen d'un séparateur de phases en aval des deux échangeurs.

[0008] La présente invention est relative à un procédé de refroidissement et de séparation d'un flux de CO₂ contenant au moins un premier composant ayant une température de rosée entre 0 et 70°C à une première pression et éventuellement au moins un composant plus léger et/ou plus lourd que le CO₂ comprenant au moins les étapes suivantes:

- i. Refroidissement du flux de CO₂ à la première pression depuis une première température jusqu'à une deuxième température par échange indirect de chaleur avec un courant d'eau de refroidissement se réchauffant
- ii. Refroidissement du flux de CO₂ à la première pression à la deuxième température par échange indirect de chaleur avec au moins un courant de CO₂ liquide qui se vaporise formant un débit de CO₂ à une troisième température
- iii. Séparation de condensat produit par condensation de l'au moins un premier composant présent dans le flux de CO₂ lors d'au moins une des étapes i) ou ii) formant un débit enrichi en CO₂ et épuré en l'au moins un premier composant
- iv. les étapes i) et ii) ayant lieu dans un seul échangeur de chaleur et les première et/ou deuxième températures étant entre 0 et 15°C.

[0009] Selon d'autres étapes facultatives :

[0010] -l'au moins un premier composant est de l'eau, le débit enrichi en CO₂ contient encore de l'eau et est séché par adsorption de l'eau.

[0011] -l'au moins un premier composant est de l'eau, le débit enrichi en CO₂ contient encore de l'eau et est séché par absorption de l'eau.

[0012] -l'au moins un premier composant est de l'eau

[0013] -l'au moins un premier composant est du méthanol

[0014] -l'au moins un premier composant est de l'ammoniac

[0015] -le flux contenant au moins un premier composant est comprimé en amont de l'étape i) et/ou le flux enrichi en CO₂ est séché et ensuite comprimé.

[0016] -le débit de CO₂ gazeux issu de la vaporisation de l'au moins un courant de CO₂ liquide est au moins en partie mélangé avec le CO₂ contenant le premier composant ou un gaz produit en séchant le débit enrichi en CO₂.

[0017] -l'échangeur de chaleur est de technologie tubes et calandre, comprenant au moins deux faisceaux tubulaires, le CO₂ contenant le premier composant étant injecté côté calandre et l'eau de refroidissement étant injecté dans un premier faisceau tubulaire et le au moins un courant de CO₂ liquide se vaporisant étant injecté dans un deuxième faisceau tubulaire.

[0018] -l'échangeur de chaleur de chaleur comprend au moins trois faisceaux tubulaires, un courant de CO₂ liquide étant injecté dans le deuxième faisceau tubulaire et un courant

de CO₂ gazeux ou un courant de CO₂ liquide étant injecté dans un troisième faisceau tubulaire.

- [0019] -l'au moins un courant de CO₂ liquide provient d'un procédé de distillation et/ou de condensation partielle dans lequel un débit contenant du CO₂ et au moins un composant plus léger que le CO₂ et/ou au moins un composant plus lourd que le CO₂ est séparé, ce débit étant constitué de préférence par le débit enrichi en CO₂ traité par les étapes i) et ii) pour réduire sa teneur en l'au moins un premier composant.
- [0020] -le premier composant est de l'eau, un débit gazeux contenant du CO₂ provenant du procédé de distillation et/ou de condensation partielle sert à la régénération de l'unité d'adsorption dans laquelle le débit enrichi en CO₂ et épuré en l'au moins un premier composant est séché.
- [0021] -le gaz ayant servi à la régénération est mélangé avec le flux de CO₂ humide en amont de l'étape i).
- [0022] -l'au moins un débit de CO₂ liquide qui se vaporise dans l'échangeur de chaleur est à une pression entre 30 et 45 bars abs.
- [0023] -le flux de CO₂ contenant au moins un premier composant provient d'un procédé de lavage aux amines
- [0024] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de refroidissement et de séparation d'un flux de CO₂ contenant au moins un premier composant ayant une température de rosée entre 0 et 70°C à une première pression et éventuellement au moins un composant plus léger et/ou plus lourd que le CO₂ comprenant des moyens d'échange de chaleur, des moyens pour envoyer un courant d'eau de refroidissement aux moyens d'échange de chaleur, des moyens pour envoyer au moins un courant de CO₂ liquide aux moyens d'échange de chaleur, des moyens pour envoyer le flux de CO₂ à la première pression se refroidir dans les moyens d'échange de chaleur depuis une première température jusqu'à une deuxième température par échange indirect de chaleur avec le courant d'eau de refroidissement qui se réchauffe et se refroidir ensuite dans les moyens d'échange de chaleur à la première pression depuis la deuxième température par échange indirect de chaleur avec au moins un courant de CO₂ liquide qui se vaporise formant un débit de CO₂ à une troisième température, des moyens pour sortir des moyens d'échange du condensat produit par condensation de l'au moins un premier composant présent dans le flux de CO₂, des moyens pour sortir des moyens d'échange de chaleur un débit enrichi en CO₂ et épuré en l'au moins un premier composant et les moyens d'échange de chaleur étant constitués par
 - [0025] un seul échangeur de chaleur.
 - [0026] Selon d'autres aspects facultatifs de l'invention :
 - [0027] -l'échangeur de chaleur est constitué par une calandre et au moins deux faisceaux tubulaires disposés dans la calandre, les moyens pour envoyer un flux de CO₂ à la

première pression se refroidir, les moyens pour sortir le condensat et les moyens pour sortir le débit enrichi en CO₂ étant reliés fluidiquement à la calandre.

[0028] -un des faisceaux tubulaires est relié fluidiquement aux moyens pour envoyer le courant d'eau de refroidissement et un autre des faisceaux tubulaires est relié aux moyens pour envoyer le courant de CO₂ liquide.

[0029] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de refroidissement et de séparation d'un flux de CO₂ contenant au moins un premier composant ayant une température de rosée entre 0 et 70°C à une première pression et au moins un composant plus léger et/ou plus lourd que le CO₂ comprenant un appareil tel que décrit dessus, un appareil d'épuration pour réduire la teneur en le premier composant du débit enrichi en CO₂, un appareil de condensation partielle et/ou de distillation pour réduire la teneur en l'au moins un composant plus léger et/ou plus lourd que le CO₂ du débit enrichi en CO₂ épuré dans l'appareil d'épuration et des moyens pour sortir le courant de CO₂ liquide de l'appareil de condensation partielle et/ou de distillation.

[0030] La présente invention propose une optimisation du schéma en introduisant une étape de refroidissement en amont de l'unité d'adsorption, par exemple du TSA (si présente) avec du CO₂ liquide provenant d'une unité cryogénique. Cette étape a lieu dans un seul échangeur de chaleur, refroidi également par de l'eau de refroidissement.

[0031] La configuration proposée dans cette invention présente la possibilité d'utiliser moins d'équipements, principalement un premier échangeur avec de l'eau de refroidissement et un deuxième échangeur avec du CO₂ liquide en amont du TSA en les rassemblant dans un seul échangeur.

[0032] Dans le cas d'un échangeur à tube et à calandre, la condensation d'eau pourra prendre lieu dans la calandre de cet échangeur d'où l'économie à la fois du refroidisseur et du pot séparateur en aval du refroidisseur, le CO₂ liquide sera vaporisé dans le deuxième faisceau tubulaire de l'échangeur.

[0033] Le CO₂ liquide vaporisé pourra être mis en commun avec le CO₂ qui est séché. Pour ce faire, il sera injecté à une section intermédiaire du compresseur commun ou à sa sortie.

[0034] L'échangeur avec le double faisceau tubulaire a une seule passe côté calandre, ce qui minimise les pertes de charge côté calandre et permet l'installation d'un séparateur de gouttelettes sur la face de sortie du deuxième faisceau.

[0035] Le CO₂ liquide servant pour la deuxième étape de refroidissement peut provenir d'un procédé opérant à basse température par exemple par distillation et/ou condensation partielle produisant du CO₂. Ce procédé remplace l'unité de réfrigération mécanique servant pour produire de l'eau de refroidissement souvent utilisée pour cet objectif.

Description de l'invention

[0036] L'invention sera décrite de manière plus détaillée en se référant à la figure :

- [0037] [Fig.1] représente schématiquement un procédé selon l'invention.
- [0038] L'invention permet de récupérer et sécher du CO₂ humide 1 qui peut provenir par exemple d'une unité de lavage au amines M ou d'une canalisation de CO₂ gazeux à l'entrée d'un liquéfacteur.
- [0039] Le CO₂ humide est comprimé dans un premier compresseur C1, refroidi au moyen d'eau dans un refroidisseur R1 pour condenser une partie de l'eau qu'il contient. L'eau 6 est enlevée dans un séparateur S1 et le CO₂ 3 toujours contenant de l'eau est comprimé dans un compresseur C2 jusqu'à la pression d'adsorption du TSA A1, A2 entre 5 et 30 bara, de préférence à 10 bara et récupéré à la sortie de compresseur C2 à une température entre 80°C et 150°C.
- [0040] Le débit 7 à une première pression entre 5 et 30 bara est envoyé à un échangeur de chaleur R3 à calandre et à tubes, ayant deux faisceaux de tubes F1, F2, le débit 7 étant envoyé à la calandre. L'eau contenue dans le débit 7 a une température de rosée entre 0 et 70°C à cette première pression. De l'eau de refroidissement est envoyée au premier faisceau F1 pour refroidir le CO₂ humide en circulant dans les tubes du premier faisceau. Cette eau est de préférence à température ambiante. Un débit de CO₂ liquide 19 est envoyé au deuxième faisceau F2 où il se vaporise formant du CO₂ sec gazeux en circulant dans les tubes du deuxième faisceau F2, de préférence à une pression entre 25 bars abs voire 30 bars abs et 45 bars abs.
- [0041] De l'eau condensée 8 produite par le refroidissement du CO₂ humide 7 est retirée de la calandre.
- [0042] Au moins deux flux de CO₂ liquide peuvent être envoyés à l'échangeur R3 en rajoutant des faisceaux tubulaires.
- [0043] Sinon au moins un flux de CO₂ liquide et au moins un flux de CO₂ gazeux peuvent être envoyés à l'échangeur R3 en rajoutant des faisceaux tubulaires.
- [0044] Une étape de séchage intermédiaire du gaz 9 séché dans l'échangeur R3 sera effectuée par exemple dans une unité TSA d'adsorption A1 pour s'assurer que le produit CO₂ final est conforme à la spécification en eau. L'unité de séchage peut être un sécheur au tri éthylène glycol TEG également.
- [0045] L'adsorption à température modulée (« temperature swing adsorption », TSA, en anglais) est un procédé de séparation de mélange gazeux au cours duquel ont lieu alternativement l'adsorption d'un gaz par un solide ou un liquide à une température donnée, puis sa désorption à une température plus élevée¹.
- [0046] L'adsorption à température modulée utilise la dépendance de l'adsorption à la température. L'adsorbant est chargé du composé à séparer et est largement débarrassé de ce composé dans une étape ultérieure au moyen de l'introduction d'énergie thermique. Pour le fonctionnement continu d'un système d'adsorption à température modulée, au moins deux lits d'adsorbants sont nécessaires ; l'un étant chargé et l'autre étant désorbé.

Pendant que le gaz est adsorbé dans le lit A1, il est désorbé dans le lit A2 et vice versa.

- [0047] Le CO₂ sec 11 sortant du lit d'adsorbant A1 (ou A2 selon le cycle) peut ensuite être comprimé davantage à la pression finale par un compresseur C3 en commun avec le ou les flux de CO₂ vaporisé(s) 19.
- [0048] Si le CO₂ vaporisé 19 est à une pression suffisamment élevée, il peut être mélangé au CO₂ sec en aval du compresseur C3.
- [0049] Sinon le CO₂ vaporisé peut être envoyé comme débit 19A en amont du compresseur C2, si sa pression n'est assez élevée pour être envoyé en amont du compresseur C3.
- [0050] Le débit de CO₂ sec peut être mélangé avec le flux de CO₂ liquide vaporisé 19 dans le faisceau F2 en amont ou en aval du compresseur C3. Le débit comprimé 21 peut être refroidi par un refroidisseur R4 pour former un débit 23 de CO₂ sec. Le gaz 23 peut alimenter un liquéfacteur de CO₂.
- [0051] Cette solution est favorablement économique en termes de coûts d'investissement car le nombre d'équipements nécessaires est réduit. Seulement un seul échangeur à double fluides froids R3 sera nécessaire à la place de plusieurs échangeurs et de potentiellement des pots de séparation gaz/liquide. De plus, cette solution se passe potentiellement de groupe de réfrigération dédié.
- [0052] L'au moins un flux 19 peut être produit par un appareil de distillation et/ou de condensation partielle 20 produisant un débit gazeux enrichi en CO₂ 25 et/ou un débit gazeux 27 enrichi en l'au moins un composant plus léger ou plus lourd que le CO₂.
- [0053] Le débit 7 à la première pression peut contenir un autre premier composant que l'eau, ayant une température de rosée entre 0 et 70°C à cette première pression, par exemple du méthanol ou l'ammoniac.
- [0054] Le débit 7 à la première pression peut contenir un autre premier composant à la place de l'eau ou en plus de l'eau, ayant une température de rosée entre 0 et 70°C à cette première pression, par exemple du méthanol ou l'ammoniac.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de refroidissement et de séparation d'un flux de CO₂ (1,3, 7) contenant au moins un premier composant ayant une température de rosée entre 0 et 70°C à une première pression et éventuellement au moins un composant plus léger et/ou plus lourd que le CO₂ comprenant au moins les étapes suivantes:
- i. Refroidissement du flux de CO₂ à la première pression depuis une première température jusqu'à une deuxième température par échange indirect de chaleur avec un courant d'eau de refroidissement se réchauffant
 - ii. Refroidissement du flux de CO₂ à la première pression à la deuxième température par échange indirect de chaleur avec au moins un courant de CO₂ liquide (19) qui se vaporise formant un débit de CO₂ à une troisième température
 - iii. Séparation de condensat (8) produit par condensation de l'au moins un premier composant présent dans le flux de CO₂ lors d'au moins une des étapes i) ou ii) formant un débit (9) enrichi en CO₂ et épuré en l'au moins un premier composant
 - iv. les étapes i) et ii) ayant lieu dans un seul échangeur de chaleur (R3) et les première et/ou deuxième températures étant entre 0 et 15°C.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1 dans lequel l'au moins un premier composant est de l'eau, le débit enrichi en CO₂ (9) contient encore de l'eau et est séché par adsorption (A1, A2) de l'eau.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 dans lequel l'au moins un premier composant est de l'eau, le débit enrichi en CO₂ (9) contient encore de l'eau et est séché par absorption de l'eau.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le flux (1, 3, 7) contenant au moins un premier composant est comprimé (C1,C2) en amont de l'étape i) et/ou le flux enrichi en CO₂ (9) est séché et ensuite comprimé (C3).
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le débit de CO₂ gazeux issu de la vaporisation de l'au moins un courant de CO₂ liquide (19) est au moins en partie mélangé avec le CO₂ contenant le premier composant (1,3,7) ou un gaz produit (11, 21) en séchant le débit

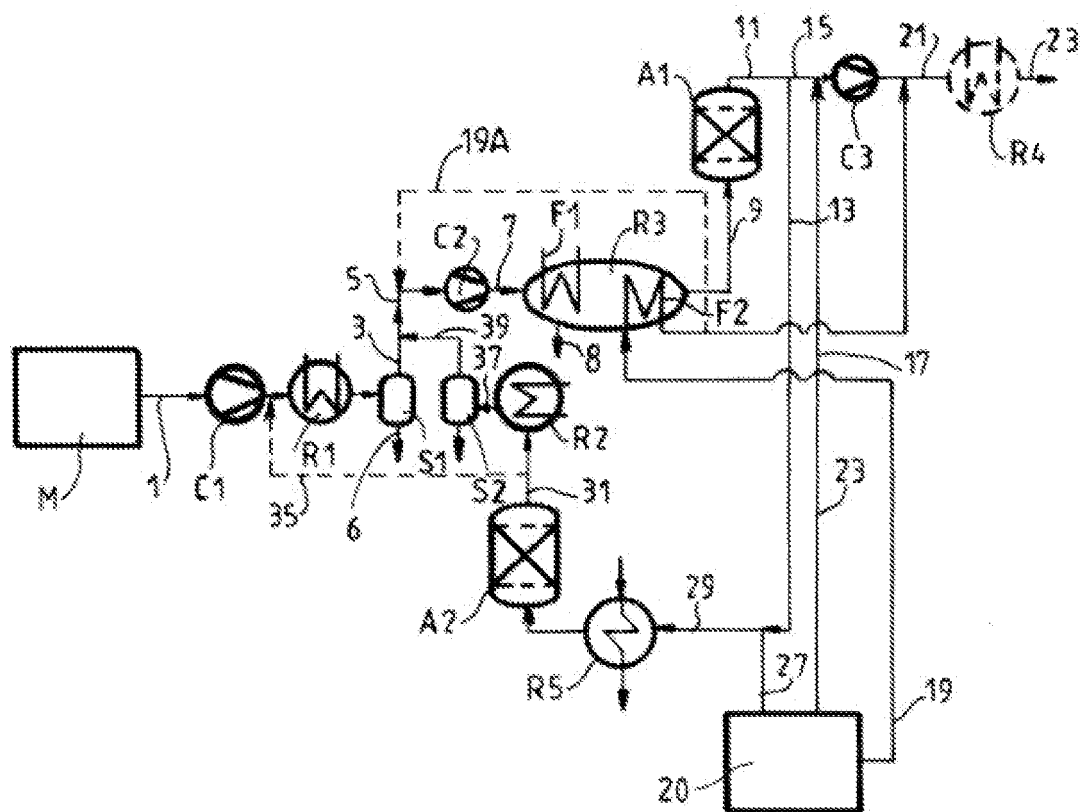
- enrichi en CO₂.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'échangeur de chaleur (R3) est de technologie tubes et calandre, comprenant au moins deux faisceaux tubulaires (F1, F2), le CO₂ contenant le premier composant étant injecté côté calandre et l'eau de refroidissement étant injectée dans un premier faisceau tubulaire (F1) et le au moins un courant de CO₂ liquide (19) se vaporisant étant injecté dans un deuxième faisceau tubulaire (F2).
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 6 dans lequel l'échangeur de chaleur de chaleur comprend au moins trois faisceaux tubulaires (F1, F2), un courant de CO₂ liquide (19) étant injecté dans le deuxième faisceau tubulaire (F2) et un courant de CO₂ gazeux ou un courant de CO₂ liquide étant injecté dans un troisième faisceau tubulaire.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'au moins un courant de CO₂ liquide (19) provient d'un procédé de distillation et/ou de condensation partielle (20) dans lequel un débit contenant du CO₂ et au moins un composant plus léger que le CO₂ et/ou au moins un composant plus lourd que le CO₂ est séparé, ce débit étant constitué de préférence par le débit enrichi en CO₂ traité par les étapes i) et ii) (9, 21, 23) pour réduire sa teneur en l'au moins un premier composant.
- [Revendication 9] Procédé selon la revendication 2 et 8 dans lequel le premier composant est de l'eau, un débit gazeux (21, 29) contenant du CO₂ provenant du procédé de distillation et/ou de condensation partielle (20) sert à la régénération de l'unité d'adsorption (A1, A2) dans laquelle le débit (9) enrichi en CO₂ et épuré en l'au moins un premier composant est séché.
- [Revendication 10] Procédé selon la revendication 9 dans lequel le gaz ayant servi à la régénération (31, 35, 37, 39) est mélangé avec le flux de CO₂ humide (1,3,7) en amont de l'étape i).
- [Revendication 11] Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'au moins un débit de CO₂ liquide (19) qui se vaporise dans l'échangeur de chaleur (R3) est à une pression entre 25 et 45 bars abs, voire entre 30 et 45 bars abs.
- [Revendication 12] Appareil de refroidissement et de séparation d'un flux de CO₂ (1,3,7) contenant au moins un premier composant ayant une température de rosée entre 0 et 70°C à une première pression et éventuellement au moins un composant plus léger et/ou plus lourd que le CO₂ comprenant

des moyens d'échange de chaleur (R3), des moyens pour envoyer un courant d'eau de refroidissement aux moyens d'échange de chaleur, des moyens pour envoyer au moins un courant de CO₂ liquide (19) aux moyens d'échange de chaleur, des moyens pour envoyer le flux de CO₂ à la première pression se refroidir dans les moyens d'échange de chaleur depuis une première température jusqu'à une deuxième température par échange indirect de chaleur avec le courant d'eau de refroidissement qui se réchauffe et se refroidir ensuite dans les moyens d'échange de chaleur à la première pression depuis la deuxième température par échange indirect de chaleur avec au moins un courant de CO₂ liquide (19) qui se vaporise formant un débit de CO₂ à une troisième température, des moyens pour sortir des moyens d'échange du condensat (8) produit par condensation de l'au moins un premier composant présent dans le flux de CO₂, des moyens pour sortir des moyens d'échange de chaleur un débit (9) enrichi en CO₂ et épuré en l'au moins un premier composant et les moyens d'échange de chaleur étant constitués par un seul échangeur de chaleur.

[Revendication 13] Appareil selon la revendication 12 dans lequel l'échangeur de chaleur (R3) est constitué par une calandre et au moins deux faisceaux tubulaires (F1, F2) disposés dans la calandre, les moyens pour envoyer un flux de CO₂ (7) à la première pression se refroidir, les moyens pour sortir le condensat (8) et les moyens pour sortir le débit enrichi en CO₂ (9) étant reliés fluidiquement à la calandre.

[Revendication 14] Appareil selon la revendication 13 dans lequel un des faisceaux tubulaires (F1) est relié fluidiquement aux moyens pour envoyer le courant d'eau de refroidissement et un autre des faisceaux tubulaires (F2) est relié aux moyens pour envoyer le courant de CO₂ liquide (19).

[Fig. 1]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 919218
FR 2304897

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	WO 2012/162690 A2 (UNIV BRIGHAM YOUNG [US]; BAXTER LARRY L [US]; BENCE CHRISTOPHER S [US]) 29 novembre 2012 (2012-11-29) * figures 4,5 * * alinéas [0057], [0062], [0065], [0066], [0067] * -----	1-14	F25J 3/00 F25J 5/00
A	WO 2010/141995 A1 (COOL ENERGY LTD [AU]; GNANENDRAN NIMALAN [AU]; WILKES MARTIN [AU]) 16 décembre 2010 (2010-12-16) * figure 1 * -----	1-14	
A	US 5 607 011 A (ABDELMALEK FAWZY T [US]) 4 mars 1997 (1997-03-04) * figure 2 * -----	1-14	
A	EP 3 828 393 A1 (VELLOSO MOHEDANO JAVIER CARLOS [ES]) 2 juin 2021 (2021-06-02) * figure 1 * * alinéas [0111], [0118], [0121], [0122], [0124], [0125], [0128], [0146], [0147] * -----	1-14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	WO 2017/216456 A1 (L'AIR LIQUIDE SA POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES C) 21 décembre 2017 (2017-12-21) * revendication 1; figure 1 * * page 6, ligne 20 - page 7, ligne 7 * -----	2, 4, 5	B01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 novembre 2023		Harf, Julien	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
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		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 & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2304897 FA 919218**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-11-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2012162690 A2		29-11-2012	AU 2012258510 A1	23-01-2014
			CN 104736932 A	24-06-2015
			EP 2866921 A2	06-05-2015
			US 2012297821 A1	29-11-2012
			WO 2012162690 A2	29-11-2012

WO 2010141995 A1		16-12-2010	AU 2010258099 A1	15-12-2011
			BR PI1010714 A2	15-03-2016
			MY 160851 A	31-03-2017
			RU 2012100736 A	20-07-2013
			US 2012186296 A1	26-07-2012
			US 2017122659 A1	04-05-2017
			WO 2010141995 A1	16-12-2010

US 5607011 A		04-03-1997	AUCUN	

EP 3828393 A1		02-06-2021	BR 112021001422 A2	01-02-2022
			CA 3107091 A1	30-01-2020
			CN 112703300 A	23-04-2021
			EP 3828393 A1	02-06-2021
			ES 2738663 A1	24-01-2020
			JP 7268151 B2	02-05-2023
			JP 2022500593 A	04-01-2022
			KR 20210031977 A	23-03-2021
			SA 521421086 B1	08-03-2023
			US 2021277806 A1	09-09-2021
			WO 2020021140 A1	30-01-2020

WO 2017216456 A1		21-12-2017	CN 109496162 A	19-03-2019
			EP 3471858 A1	24-04-2019
			FR 3052684 A1	22-12-2017
			US 2019118134 A1	25-04-2019
			WO 2017216456 A1	21-12-2017
