

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①1 N° de publication :

3 064 260

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

17 52463

⑤1 Int Cl⁸ : **C 01 B 32/50** (2017.01), B 01 D 3/14, F 25 J 3/02

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 PROCÉDE ET APPAREIL DE DISTILLATION D'UN MÉLANGE DE DIOXYDE DE CARBONE ET D'UN COMPOSANT MOINS VOLATIL.

②2 Date de dépôt : 24.03.17.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 28.09.18 Bulletin 18/39.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 01.10.21 Bulletin 21/39.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

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, SOCIÉTÉ
ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION
DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE Société
anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : GAERTNER AXELLE, GRANADOS
LUDOVIC, PRASAD BHADRI, TOVAR RAMOS
JORGE ERNESTO et TRANIER JEAN-PIERRE.

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.

FR 3 064 260 - B1



5 La présente invention est relative à un procédé et à un appareil de distillation d'un mélange de dioxyde de carbone et d'un composant moins volatil.

Un mélange comprenant comme composants principaux du dioxyde de carbone et au moins un composant moins volatil que le dioxyde de carbone, par exemple un solvant peut être produit par un procédé chimique. Dans ce cas, il est
10 intéressant de séparer le composant moins volatil et le dioxyde de carbone.

Un solvant est une substance, liquide ou supercritique à sa température d'utilisation, qui a la propriété de dissoudre, de diluer ou d'extraire d'autres substances sans les modifier chimiquement et sans lui-même se modifier. Dans le cadre de la présente invention, le solvant considéré peut être par exemple
15 l'acétone, de l'eau, le diméthylacétamide (DMAc), le diméthylsulfoxyde (DMSO).

La composition du mélange peut varier en composant moins volatil d'environ 1% à 30% mol. du composant moins volatil ou des composants moins volatils, par exemple l'acétone, le reste du mélange gazeux étant substantiellement du CO₂.

Dans certains procédés chimiques, le CO₂ peut être utilisé comme solvant de
20 l'acétone (et autre molécule équivalente). Il y a un intérêt économique à récupérer ce CO₂ pour minimiser les quantités de CO₂ « frais » à consommer.

La séparation du solvant et du dioxyde de carbone devient moins facile si la pression augmente. Toutefois la présente invention propose d'opérer la colonne de distillation à entre 20 et 25 bars abs, afin d'économiser une machine pour
25 pressuriser le dioxyde de carbone.

La récupération du CO₂ du mélange CO₂/composant moins volatil permet son recyclage pour réutilisation en diminuant le recours à du CO₂ frais. Une modification du procédé permet d'augmenter le rendement CO₂ et d'envisager le recyclage du solvant.

30 Dans le cadre d'une séparation CO₂/composant moins volatil, dans le cas où la pureté du CO₂ attendue n'excède pas 97% mol., un moyen de maximiser le rendement de récupération du CO₂ est de partir d'un mélange supercritique CO₂/composant moins volatil (pression supérieure à 73 bara) et de le détendre à des pressions inférieures à 30 bara et supérieure à 6 bara.

Pour maximiser la récupération de CO₂, un refroidisseur est utilisé avant la détente du CO₂ supercritique. La température est choisie la plus froide possible.

Le système utilisé est constitué de :

- un refroidisseur (à eau par exemple) d'alimentation pour amener le mélange à la température optimale,
- une vanne de détente,
- un pot séparateur permettant de récupérer le CO₂ gazeux « pur » et un mélange CO₂/solvant à l'état liquide.

Cette installation, qui minimise le CAPEX, produit du CO₂ gazeux à une pureté >97% mol. avec un rendement compris entre 60% et 90%. Le CO₂ complémentaire ainsi que le solvant sont envoyés aux effluents.

Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'un mélange gazeux de dioxyde de carbone et d'un composant moins volatil que le dioxyde de carbone dans lequel :

i) On refroidit le mélange gazeux à séparer et on le détend pour former un débit détendu, éventuellement diphasique.

ii) On envoie le débit détendu dans une capacité, qui est éventuellement un séparateur de phase, pour former un premier liquide éventuellement enrichi en composant moins volatil et éventuellement un premier gaz enrichi en dioxyde de carbone.

iii) On envoie au moins une partie du liquide éventuellement enrichi en composant moins volatil à une colonne de distillation.

iv) On soutire un deuxième gaz enrichi en dioxyde de carbone de la tête de la colonne et un deuxième liquide enrichi en composant moins volatil de la cuve de la colonne.

v) On condense au moins une partie du premier gaz et/ou du deuxième gaz enrichi en dioxyde de carbone et/ou on soutire un liquide enrichi en dioxyde de carbone de la tête de la colonne, et

vi) On envoie au moins une partie du gaz condensé et/ou au moins une partie du liquide enrichi en dioxyde de carbone à un point en amont de la capacité ou à la capacité.

Selon d'autres aspects facultatifs de l'invention :

- On recycle au moins une partie du gaz condensé et/ou au moins une partie du liquide à un réacteur d'où provient le mélange gazeux.

On recycle au moins une partie du deuxième liquide enrichi en composant moins volatil vers un réacteur d'où provient le mélange gazeux.

- On sépare le deuxième liquide enrichi en composant moins volatil pour former un gaz appauvri en composant moins volatil et un produit liquide riche en composant moins volatil, on condense le gaz appauvri et on renvoie le gaz appauvri condensé vers la capacité.
- Aucun gaz n'est soutiré de la capacité.
- On renvoie au moins une partie du gaz condensé et/ou au moins une partie du liquide en amont de la capacité, voire du réacteur.
- On pressurise le liquide ou le gaz condensé dans une pompe en amont de la capacité.
- On réchauffe au moins une partie du deuxième liquide pour le vaporiser partiellement, on le sépare dans un séparateur de phases, on soutire le liquide comme produit, on condense le gaz du séparateur de phases contre le deuxième liquide et on envoie le gaz condensé à la capacité.
- Le mélange contient au moins 70% mol. de dioxyde de carbone, voire au moins 90% mol. de dioxyde de carbone.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de séparation d'un mélange gazeux de dioxyde de carbone et d'un composant moins volatil moins volatil que le dioxyde de carbone comprenant des moyens pour refroidir le mélange gazeux à séparer, une vanne pour détendre le mélange gazeux refroidi pour former un débit détendu, éventuellement diphasique, une capacité, qui est éventuellement un séparateur de phase, des moyens pour envoyer le débit détendu à la capacité, une première conduite pour soutirer de la capacité un premier liquide éventuellement enrichi en composant moins volatil, éventuellement une conduite pour soutirer un premier gaz enrichi en dioxyde de carbone de la capacité, une colonne de distillation reliée à la première conduite, une conduite pour soutirer un deuxième gaz enrichi en dioxyde de carbone de la tête de la colonne, une conduite pour soutirer un deuxième liquide enrichi en composant moins volatil de la cuve de la colonne, éventuellement un condenseur pour condenser au moins une partie du premier gaz et/ou du deuxième gaz enrichi en dioxyde de carbone et/ou des moyens pour soutirer un liquide enrichi en dioxyde de carbone de la tête de la colonne et des moyens pour envoyer au moins une

partie du gaz condensé dans le condenseur et/ou au moins une partie du liquide enrichi en dioxyde de carbone à un point en amont de la capacité ou à la capacité.

Eventuellement, le mélange gazeux est produit dans un réacteur alimenté par du dioxyde de carbone.

5 Les moyens pour envoyer au moins une partie du gaz condensé dans le condenseur et/ou au moins une partie du liquide enrichi en dioxyde de carbone à un point en amont de la capacité peuvent être reliés au réacteur.

L'invention sera décrite en plus de détails en se référant aux figures qui illustrent schématiquement des procédés selon l'invention.

10 La Figure 1 illustre un procédé de production d'un mélange gazeux de dioxyde de carbone et de solvant suivi par un procédé de séparation du mélange.

Dans le cadre d'une séparation du mélange CO₂/composant moins volatil, ici un solvant, tel que l'acétone le diméthylacetamide (DMAc) ou le diméthylsulfoxyde (DMSO), dans le cas où la pureté du CO₂ attendue est supérieure à 99%, un
15 moyen de maximiser le rendement de récupération du CO₂ est de partir d'un mélange supercritique CO₂/composant moins volatil, par exemple solvant (pression >73 bara) et de le détendre à des pressions inférieures à 30 bara et supérieure à 6 bara.

Pour maximiser la récupération de CO₂, l'invention repose sur l'utilisation
20 d'un refroidisseur avant la détente du CO₂ supercritique (la température est choisie la plus froide possible) puis d'une distillation, avec récupération du CO₂ pur en tête de colonne.

L'invention propose un système constitué de :

- un refroidisseur 5 (à eau par exemple) d'alimentation pour amener le
25 mélange 3 à la température optimale, inférieure à 0°C,
- une vanne de détente 7,
- un pot séparateur 9 permettant de récupérer le CO₂ gazeux « pur » 13 et un mélange CO₂/ composant moins volatil, par exemple solvant à l'état liquide 11,
- une colonne de distillation 15 intégrant condenseur 31 et rebouilleur 19.

30 Le procédé de production du mélange gazeux s'effectue dans un réacteur R alimenté en dioxyde de carbone liquide 1 à une pression supercritique ainsi qu'en d'autres fluides tel que le solvant. Ce réacteur R produit un mélange de solvant et de dioxyde de carbone gazeux 3. La composition du mélange peut varier entre 30% mol. de composant(s) moins volatil(s) et 70% mol. de dioxyde de carbone à

99,9% mol. de dioxyde de dioxyde de carbone et 0,1% de composant(s) moins volatil(s), le procédé du réacteur étant cyclique.

Le mélange est refroidi par échange thermique dans le refroidisseur 5, détendu dans la vanne 7 pour produire un débit diphasique et séparé dans un
5 séparateur de phases 9. La température du séparateur de phases varie selon la composition du mélange gazeux 3.

Comme le rapport entre le solvant et le CO₂ dans le débit 3 ainsi que la valeur du débit 3 varie avec le temps (procédé discontinu), pour certains procédés réalisés dans le réacteur R, il est nécessaire de stabiliser l'alimentation d'une
10 colonne de distillation 15 dont l'alimentation est par essence très variable.

L'opération de la colonne de distillation 15 avec une grande variabilité de composition et de débit ne serait tout simplement pas possible sans stabiliser au préalable ces fluctuations dans une plage de fonctionnement plus réduite.

Plus généralement, l'invention propose de traiter le débit 3 issu d'un procédé
15 discontinu réalisé dans le réacteur R. Il s'agit de séparer les phases liquide et vapeur d'un mélange 3 (deux composés ou plus) par détente rapide dans la vanne 7 et d'accumuler le liquide produit dans le pot séparateur 9 afin d'alimenter la colonne 15 en aval, de façon continue et stable pour lui assurer un fonctionnement continu.

20 Une solution alternative dans cette situation serait de maintenir un débit d'alimentation minimal dans la colonne 15, ce qui nécessite :

- l'installation de lignes supplémentaires (tuyaux, vannes et instrumentation),
- le dimensionnement de la colonne 15 pour la charge maximale.

25 La stabilité de la composition n'est pas maintenue dans ce cas.

La méthode selon l'invention consiste à dimensionner une rétention, constituée par la capacité 9, suffisamment importante pour lisser les variations du procédé discontinu. En effet, la récupération et accumulation de la phase liquide issue de la détente du mélange permet d'alimenter la colonne installée en aval du
30 procédé, de façon homogène et continue. Ce système très flexible permet de tolérer une alimentation avec des fortes variations dans le débit et/ou la composition.

La méthodologie est basée sur un cas réel mais peut être appliquée à d'autres débits et des rapports de composition différents. Le nombre de phases ainsi que la durée de chacune n'est pas limitant.

5 Dans un cas typique, le procédé du réacteur fonctionne par phase avec quatre phases par jour. Le débit, la composition et donc la fraction liquide varient selon la phase.

	Débit massique	Composition (rapport en moles A/B = CO ₂ /composant moins volatil)	Fraction liquide	Durée
Phase 1 - Pressurisation	0%	-	-	3h
Phase 2 - Désorption A	100%	30/70 à 5/90	0.60 à 0.90	1h
Phase 3 - Résiduel A	100%	5/90 à 0.1/99.9	>0.90	13h
Phase 4 - Attente	0%	-	-	7h

10 En extrapolant les données du procédé simulées (simulation phase par phase + points complémentaires simulant les étapes transitoires – incrémentation par 15 min), il est possible de définir la phase liquide globale (volume et composition).

15 L'invention propose d'attribuer deux rôles au pot 9 : séparateur de phases et rétention liquide.

Le diamètre du pot 9 est défini selon les critères de dimensionnement classique pour un pot séparateur. La hauteur du séparateur 9 est imposée par la fonction « rétention » liquide.

5 En plus d'assurer un fonctionnement continu, la présente invention permet de réduire notablement (d'approximativement 50%) le diamètre de la colonne 15 car le débit à traiter 11 dans la colonne est très inférieur au débit qui serait dimensionnant sans cette invention (avec fraction liquide maximale).

Le liquide 11 du séparateur de phases est envoyé à un point intermédiaire de la colonne de distillation 15 qui opère à environ 22 bars abs.

10 Le liquide de cuve 17 de la colonne 15, enrichi en solvant moins volatil que le dioxyde de carbone, est soutiré de la colonne et envoyé à un rebouilleur 19 chauffé par de la vapeur d'eau 21. La vapeur produite est renvoyée à la colonne et le liquide encore plus riche en solvant 23 est récupéré comme produit.

15 Le gaz de tête 27 de la colonne est divisé en deux, une partie 29 étant condensée dans le condenseur 31 et renvoyée à la colonne comme reflux 33. L'autre partie 35 est mélangée avec le gaz 13 du séparateur de phase pour former un débit gazeux 37 enrichi en dioxyde de carbone.

Il est également possible de prendre le gaz 35 directement dans la colonne. La tête de la colonne est à -20°C et la cuve est à 180°C , donc seule la tête de
20 colonne a besoin d'être isolée.

Le débit 37 est condensé par un groupe frigorifique 41 qui peut également servir à refroidir le condenseur 31. Le liquide formé en condensant le débit 37 est renvoyé au réacteur R pour réduire la quantité de dioxyde de carbone 1 requise.

25 Le produit en tête de la colonne est du CO_2 très haute pureté, il peut être mélangé au CO_2 issu de la détente pour obtenir une pureté globale supérieure à 99,8% mol. en CO_2 .

30 En pied de colonne se retrouvent le composant moins volatil et du CO_2 « perdu ». C'est le taux de récupération de CO_2 souhaité qui définit le rebouillage (avec de la vapeur d'eau par exemple) nécessaire.

Plus le taux de récupération de CO_2 est important, plus le produit (composant moins volatil par exemple solvant) en pied de colonne 15 est pur (dans l'hypothèse où il n'y a pas de tiers composé dans le mélange).

Avec un rendement CO_2 de l'ordre de 99%, la pureté du composant moins volatil par solvant soutiré est supérieure à 99% mol. Son recyclage en amont du procédé est possible, sans retraitement. Ainsi, le débit 25 relie le rebouilleur 19 avec l'entrée du réacteur R.

5 Dans la Figure 2, seul le procédé de séparation de dioxyde de carbone et de composant moins volatil est représenté. Le mélange 3 de solvant et de dioxyde de carbone est détendu dans une vanne 7 pour former un liquide et envoyé à une capacité tampon 9. Le liquide est réchauffé dans un réchauffeur 10 pour le rendre diphasique et ensuite il est séparé dans une colonne de distillation 15 ayant un rebouilleur de cuve 19 et un condenseur de tête 31.

10 Le condenseur de tête, à la différence de celui de la Figure 1 reçoit tout le gaz de tête de la colonne 15, le condense et renvoie une partie 33 comme reflux. Le reste du gaz condensé 32 est pompé par une pompe 34 et divisé, une partie 44 étant renvoyé à la capacité 9 à travers la vanne 46 et le reste 43 étant recyclé dans le réacteur R. L'objectif de renvoyer un liquide riche en CO_2 à la capacité 9 est de stabiliser la composition d'alimentation de la colonne pendant les phases transitoires où la production du réacteur R présente de grandes fluctuations.

15 Le schéma de la Figure 3 consomme plus d'énergie mais permet d'avoir deux niveaux de température et diminue le gradient de température de la colonne. En plus des éléments de la Figure 2 il comprend un échangeur de chaleur, un réchauffeur 46, un séparateur de phases 47 et une pompe 53. Le liquide de cuve 23 du rebouilleur 19 est chauffé dans un échangeur, chauffé de nouveau dans un réchauffeur 46 au degré de vaporisation souhaitée et le débit diphasique formé est séparé dans le séparateur 47. Le liquide 49 riche en composant moins volatil sert de produit. Le gaz 51 sert à réchauffer le liquide 23 dans l'échangeur et est ainsi condensé. Une pompe 53 le pressurise et le renvoie à la capacité.

Revendications

- 5 1. Procédé de séparation d'un mélange gazeux de dioxyde de carbone et d'un composant moins volatil que le dioxyde de carbone dans lequel :
- i) On refroidit le mélange gazeux (3) à séparer et on le détend pour former un débit détendu, éventuellement diphasique.
 - ii) On envoie le débit détendu dans une capacité (9), qui est éventuellement
10 un séparateur de phase, pour former un premier liquide (11) éventuellement enrichi en composant moins volatil et éventuellement un premier gaz (13) enrichi en dioxyde de carbone.
 - iii) On envoie au moins une partie du liquide éventuellement enrichi en composant moins volatil à une colonne de distillation (15).
 - 15 iv) On soutire un deuxième gaz (27) enrichi en dioxyde de carbone de la tête de la colonne et un deuxième liquide (17) enrichi en composant moins volatil de la cuve de la colonne.
 - v) On condense au moins une partie du premier gaz et/ou du deuxième gaz enrichi en dioxyde de carbone et/ou on soutire un liquide enrichi en dioxyde de
20 carbone de la tête de la colonne, et
 - vi) On envoie au moins une partie du gaz condensé (43) et/ou au moins une partie du liquide enrichi en dioxyde de carbone à un point en amont de la capacité et/ou à la capacité.
- 25 2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel on recycle au moins une partie du gaz condensé (43) et/ou au moins une partie du liquide à un réacteur (R) d'où provient le mélange gazeux.
- 30 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel on recycle au moins une partie (25) du deuxième liquide enrichi en composant moins volatil vers un réacteur (R) d'où provient le mélange gazeux.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel on sépare le deuxième liquide (17) enrichi en composant moins volatil pour former un gaz (51) appauvri en composant moins volatil et un produit liquide (49) riche en composant moins volatil, on condense le gaz appauvri et on renvoie le gaz appauvri condensé vers la capacité (9).
- 5
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel aucun gaz n'est soutiré de la capacité (9).
- 10
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel on renvoie au moins une partie du gaz condensé (45) et/ou au moins une partie du liquide en amont de la capacité (9), voire du réacteur.
7. Procédé selon la revendication 6 dans lequel on pressurise le liquide ou le gaz condensé dans une pompe (34) en amont de la capacité (9).
- 15
8. Procédé selon une revendications précédentes dans lequel on réchauffe au moins une partie du deuxième liquide pour le vaporiser partiellement, on le séparer dans un séparateur de phases (47), on soutire le liquide comme produit (49), on condense le gaz (51) du séparateur de phases contre le deuxième liquide et on envoie le gaz condensé à la capacité.
- 20
9. Appareil de séparation d'un mélange gazeux de dioxyde de carbone et d'un composant moins volatil moins volatil que le dioxyde de carbone comprenant des moyens (5) pour refroidir le mélange gazeux à séparer (3), une vanne (7) pour détendre le mélange gazeux refroidi pour former un débit détendu, éventuellement diphasique, une capacité (9), qui est éventuellement un séparateur de phase, des moyens pour envoyer le débit détendu à la capacité, une première conduite pour soutirer de la capacité un premier liquide (11) éventuellement enrichi en composant moins volatil, éventuellement une conduite pour soutirer un premier gaz (13) enrichi en dioxyde de carbone de la capacité, une colonne de distillation (15) reliée à la première conduite, une conduite pour soutirer un deuxième gaz (27) enrichi en dioxyde de carbone de la tête de la colonne, une conduite pour soutirer un deuxième liquide (17) enrichi en composant moins volatil de la cuve de
- 25
- 30

la colonne, un condenseur (31, 41) pour condenser au moins une partie du premier gaz et/ou du deuxième gaz enrichi en dioxyde de carbone et/ou des moyens pour soutirer un liquide enrichi en dioxyde de carbone de la tête de la colonne et des moyens pour envoyer au moins une partie (43, 45) du gaz condensé dans le condenseur et/ou au moins une partie du liquide enrichi en dioxyde de carbone à un point en amont de la capacité ou à la capacité.

10. Appareil selon la revendication 9 dans lequel le mélange gazeux (3) est produit dans un réacteur (R) alimenté par du dioxyde de carbone et dans lequel les moyens pour envoyer au moins une partie du gaz condensé dans le condenseur (31, 41) et/ou au moins une partie du liquide enrichi en dioxyde de carbone à un point en amont de la capacité sont reliés au réacteur.

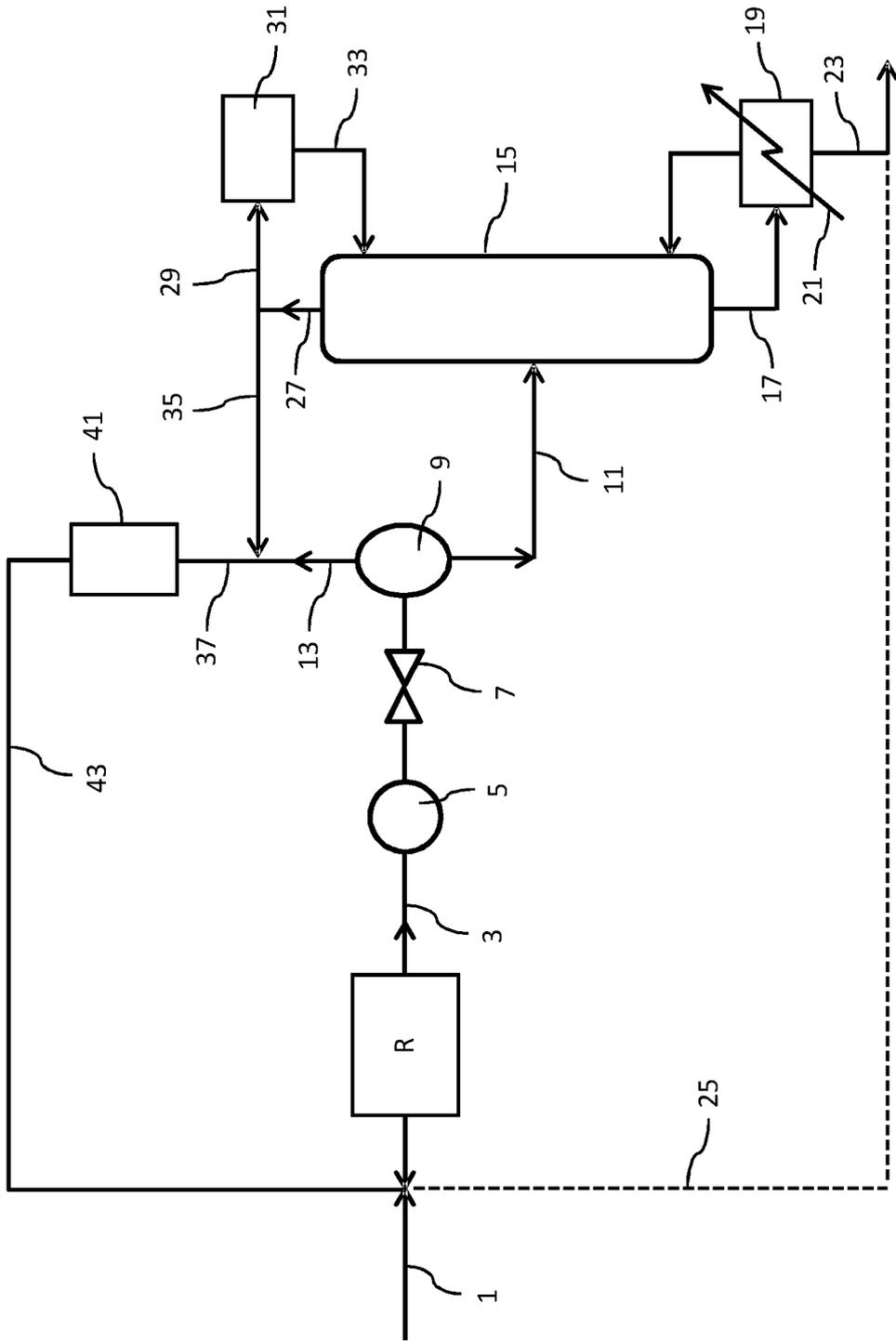


Figure 1

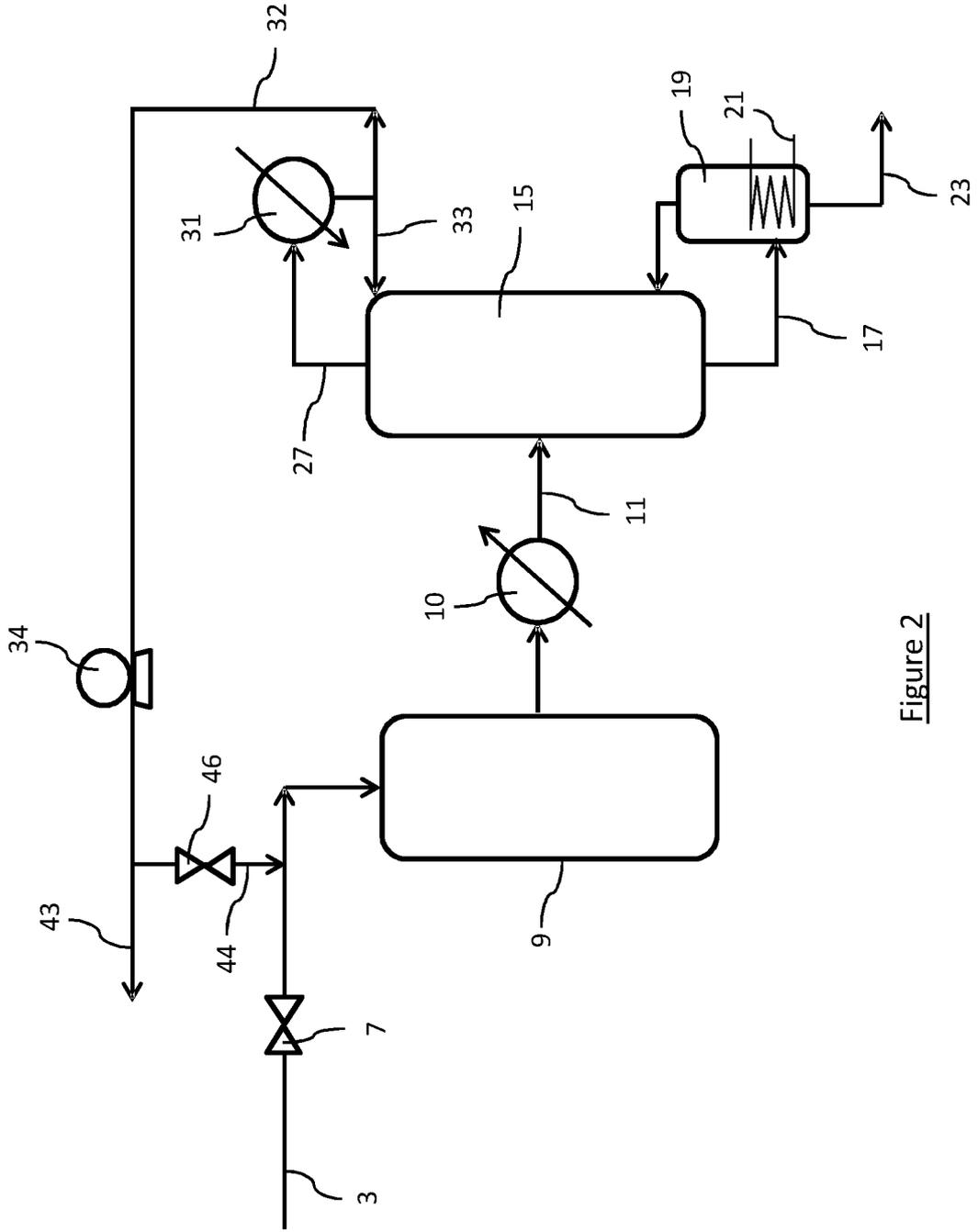


Figure 2

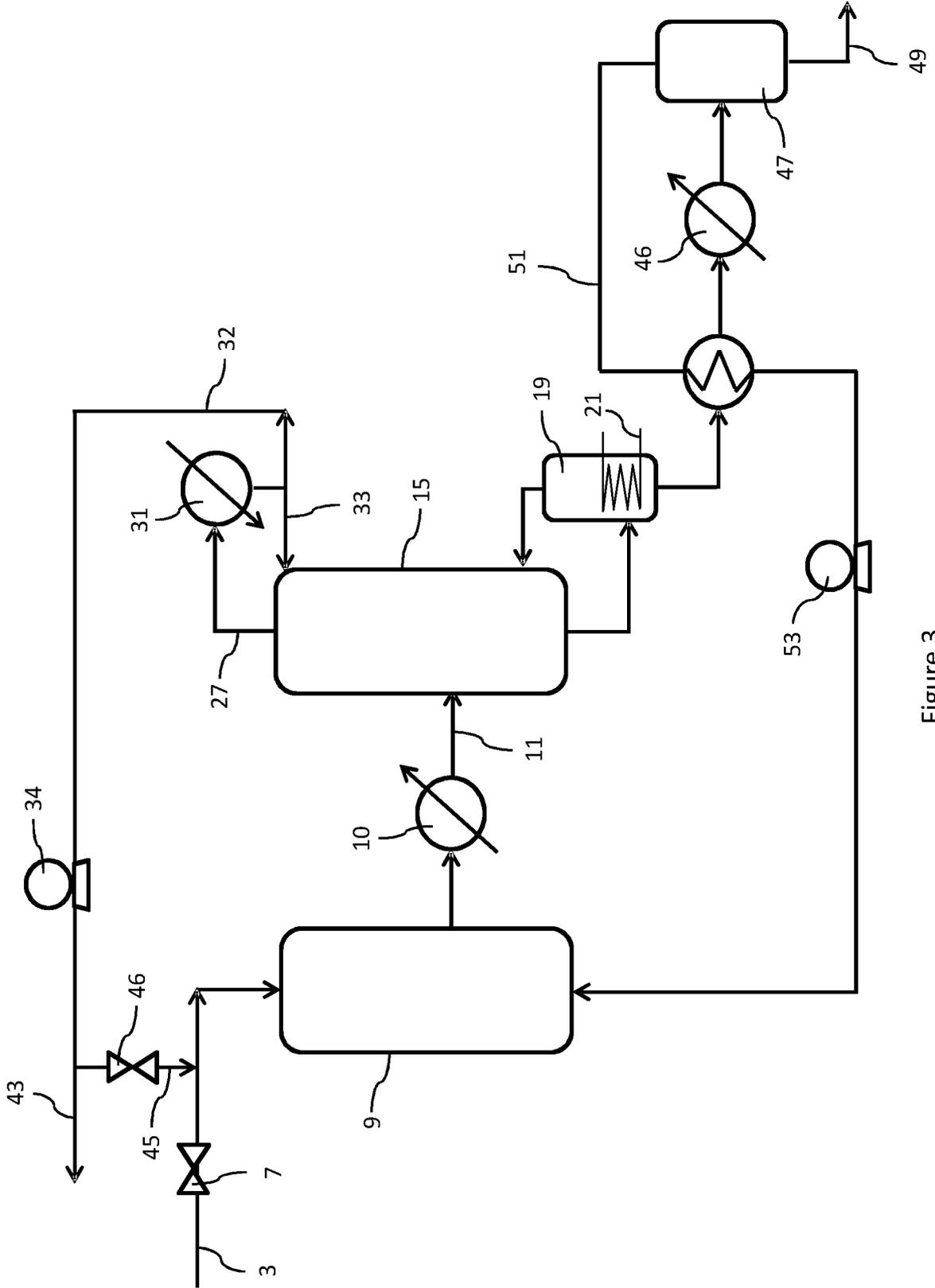


Figure 3

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**

WO 2013/135993 A2 (AIR LIQUIDE [FR]) 19 septembre 2013 (2013-09-19)

US 2011/296867 A1 (CUELLAR KYLE T [US] ET AL) 8 décembre 2011 (2011-12-08)

US 2012/079852 A1 (NORTHROP PAUL SCOTT [US] ET AL) 5 avril 2012 (2012-04-05)

**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