(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
17 mai 2018 (17.05.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/087471 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F25J 3/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/053045

(22) Date de dépôt international :
08 novembre 2017 (08.11.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1660774 08 novembre 2016 (08.11.2016) FR

(71) Déposant : **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE** [FR/FR] ; L'AIR LIQUIDE S. A., Direction de la Propriété Intellectuelle, 75, Quai d'Orsay, 75007 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : **TERRIEN, Paul** ; 77 Avenue Emile Zola, 75015 PARIS (FR). **CHANTANT, Nicolas** ; 56 rue des Laitières, 94300 VINCENNES (FR). **PARADOWSKI, Henri** ; 61 rue de Verdun, 56330 PLUVIGNER (FR). **SZAMLEWSKI, Christophe** ; 39 rue Traversière, 77380 COMBS LA VILLE (FR). **FAUCHER, Vincent** ; 33 Allée des Cavelines, 95150 TAVERNY (FR).

(74) Mandataire : **DE BEAUFORT, François-Xavier** ; 75 Quai d'Orsay, 75321 PARIS Cedex 07 (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) Title: METHOD FOR CRYOGENICALLY SEPARATING A NATURAL GAS STREAM

(54) Titre : PROCÉDÉ DE SÉPARATION CRYOGÉNIQUE D'UN COURANT DE GAZ NATUREL

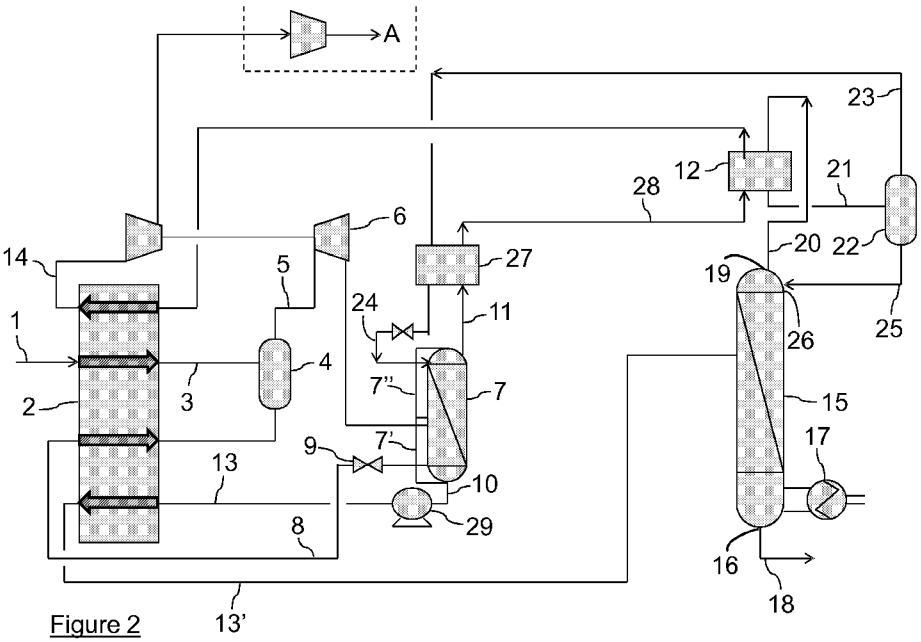


Figure 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for cryogenically separating a natural gas supply stream into a gas which contains the most volatile compounds of the supply stream, and a liquid product which contains the heaviest compounds of the supply stream, at least comprising the following steps: - step a): at least partially condensing a natural gas supply stream in a first heat exchanger system; - step b): introducing the at least partially condensed stream from step a) into an absorption column at an introduction stage in the lower part of said absorption column, said absorption column producing, at the top, a gaseous stream which contains the most volatile compounds and, in the bottom, a liquid product; - step c): introducing the liquid product produced in step b) into a fractionation column in order to obtain, in the bottom of the fractionation column, a liquid product that contains the heaviest compounds of the supply stream

WO 2018/087471 A1

[Suite sur la page suivante]

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

and, at the top of the fractionation column, a distillate that is at least partially condensed in a second heat exchanger system; - step d): introducing, at a stage in the upper part of the absorption column, the gaseous phase of the condensed distillate produced in step c) as a supply stream for the absorption column; characterised in that the gaseous stream produced at the top of the absorption column, from step b), is used to condense, in the second heat exchanger system, the distillate produced at the top of the fractionation column.

(57) Abrégé : Procédé de séparation cryogénique d'un courant d'alimentation de gaz naturel en un gaz contenant les composés les plus volatils du courant d'alimentation et en un produit liquide contenant les composés les plus lourds du courant d'alimentation, comprenant au moins les étapes suivantes: - Etape a): condensation au moins partielle d'un courant d'alimentation de gaz naturel dans un premier système d'échange de chaleur; - Etape b): introduction du courant au moins partiellement condensé issu de l'étape a) dans une colonne d'absorption à un niveau d'introduction situé dans la partie inférieure de ladite colonne d'absorption, ladite colonne d'absorption produisant,en tête, un courant gazeux contenant les composés les plus volatils et en cuve, un produit liquide; - Etape c): introduction du produit liquide issu de l'étape b) dans une colonne de fractionnement pour obtenir, en cuve de colonne de fractionnement, un produit liquide contenant les composés les plus lourds du courant d'alimentation et, en tête de colonne de fractionnement, un distillat, au moins partiellement condensé dans un deuxième système d'échange de chaleur; - Etape d): introduction, à un niveau situé dans la partie supérieure de la colonne d'absorption,de la phase gazeuse du distillat condensé issu de l'étape c) comme courant d'alimentation de la colonne d'absorption; caractérisé en ce que le courant gazeux produit en tête de colonne d'absorption issu de l'étape b) est mis en œuvre pour condenser, dans le deuxième système d'échange de chaleur, le distillat issu de la tête de la colonne de fractionnement.

Procédé de séparation cryogénique d'un courant de gaz naturel

La présente invention concerne un procédé de séparation cryogénique d'un courant d'alimentation de gaz naturel en un gaz contenant les composés les plus volatils du courant d'alimentation et en un produit liquide contenant les composés les plus lourds du courant d'alimentation.

Lors de l'exploitation de gisements de gaz naturel, de nombreuses étapes peuvent être prévues. Une étape après le séchage et l'enlèvement des impuretés relativement classique est la séparation des liquides associés au gaz naturel (NGL).

Il est souvent souhaitable de séparer les hydrocarbures lourds, ou plus généralement les NGL (Natural Gas Liquids) du gaz naturel, par exemple tels que l'éthane, le butane, le propane, des hydrocarbures en C5+ et C6+ (c'est-à-dire ayant au moins cinq atomes de carbone et ayant plus de six atomes de carbone).

L'intérêt de cette étape peut être multiple mais souvent il s'agit de valoriser divers produits (éthane, propane...) qui sont généralement vendus largement plus cher que le produit gaz naturel. Il est en particulier fréquent de commercialiser des hydrocarbures ayant au moins trois atomes de carbone en tant que produits propane, butane et condensats.

De nombreuses installations industrielles ont été décrites permettant le fractionnement de charges gazeuses en un gaz résiduaire contenant les composés les plus volatils de la charge et en un produit liquide contenant les composés-les plus lourds de la charge, cela en vue d'obtenir dans ledit produit liquide un composant donné de la charge avec un taux de récupération élevé.

A cet égard, on peut citer par exemple la récupération du gaz de pétrole liquéfié (hydrocarbures en ayant trois ou quatre atomes de carbone) à partir de gaz naturel ou de raffinerie, la récupération d'éthane destinée en particulier à alimenter des unités de vapocraquage, ou la désulfuration et le dégazolinage de gaz naturels par récupération des composés soufrés tels que l'oxysulfure de carbone et les mercaptans.

Plusieurs technologies existent pour produire des hydrocarbures ayant au moins trois atomes de carbone à partir de gaz naturel.

Une des plus efficaces est un procédé mettant en œuvre un turbo-détendeur à deux colonnes dans lequel la première colonne est un absorbeur dédié à pousser

la récupération de propane le plus possible et la deuxième colonne est un dé-éthaniseur.

La condensation du flux en tête de de-éthaniseur est souvent réalisée en partie avec le fluide venant de la cuve d'absorbeur. Ce fluide sort partiellement vaporisé pour entrer dans la ligne d'échange principale nécessitant une introduction diphasique.

Ceci rend le procédé très complexe pour assurer une bonne distribution dans cet échangeur de chaleur.

Un tel procédé est décrit dans les documents US 4,690,702 et US 5,114,450.

Les inventeurs de la présente invention ont alors mis au point une solution permettant de résoudre les problèmes soulevés ci-dessus.

La présente invention a pour objet un procédé de séparation cryogénique d'un courant d'alimentation de gaz naturel en un gaz contenant les composés les plus volatils du courant d'alimentation et en un produit liquide contenant les composés les plus lourds du courant d'alimentation, comprenant au moins les étapes suivantes :

- Etape a) : condensation au moins partielle d'un courant d'alimentation de gaz naturel dans un premier système d'échange de chaleur;
- Etape b) : introduction du courant au moins partiellement condensé issu de l'étape a) dans une colonne d'absorption à un niveau d'introduction situé dans la partie inférieure de ladite colonne d'absorption, ladite colonne d'absorption produisant, en tête, un courant gazeux contenant les composés les plus volatils et en cuve, un produit liquide ;
- Etape c) : introduction du produit liquide issu de l'étape b) dans une colonne de fractionnement pour obtenir, en cuve de colonne de fractionnement, un produit liquide contenant les composés les plus lourds du courant d'alimentation et, en tête de colonne de fractionnement, un distillat, au moins partiellement condensé dans un deuxième système d'échange de chaleur;
- Etape d) : introduction, à un niveau situé dans la partie supérieure de la colonne d'absorption, de la phase gazeuse du distillat condensé issu de l'étape c) comme courant d'alimentation de la colonne d'absorption;

caractérisé en ce que le courant gazeux produit en tête de colonne d'absorption issu de l'étape b) est mis en œuvre pour condenser, dans le deuxième système d'échange de chaleur, le distillat issu de la tête de la colonne de fractionnement.

Selon d'autres modes de réalisation, l'invention a aussi pour objet :

Un procédé tel que défini ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend une étape préalable à l'étape d) de condensation du distillat issu de la tête de la colonne de fractionnement dans un troisième système d'échangeur de chaleur.

Un procédé tel que défini ci-dessus, caractérisé en ce que l'intégralité du courant gazeux produit en tête de colonne d'absorption issu de l'étape b) est mise en œuvre pour condenser, dans le deuxième système d'échange de chaleur, le distillat issu de la tête de la colonne de fractionnement.

Un procédé tel que défini ci-dessus, caractérisé en ce que le courant gazeux produit en tête de colonne d'absorption issu de l'étape b) est séparé en plusieurs courants dont au moins un est mis en œuvre pour condenser, dans le deuxième système d'échange de chaleur, le distillat issu de la tête de la colonne de fractionnement.

Un procédé tel que défini ci-dessus, caractérisé en ce que la phase liquide du distillat condensé issu de l'étape c) est utilisée comme reflux en tête de la colonne de fractionnement.

Ainsi, les solutions du procédé objet de la présente invention permettent de supprimer l'entrée diphasique, ou au moins limiter à un rapport L/V (liquide/vapeur) très élevé, du courant prélevé en cuve de colonne d'absorption avant de l'introduire dans un système d'échange de chaleur principal préalablement à son introduction dans la colonne de fractionnement.

Solution A – L'utilisation unique du flux de tête de la colonne d'absorption pour condenser le flux de tête de la colonne de fractionnement dans un échangeur dédié a notamment pour avantages : la suppression de l'entrée diphasique du courant prélevé en cuve de colonne d'absorption dans la ligne d'échange principale : et la limitation de la pression de refoulement de la pompe en sortie de la cuve de la colonne d'absorption.

Solution B - Séparation du fluide en tête de la colonne d'absorption en plusieurs courants dont au moins un assure la condensation dans le condenseur en tête de la colonne de fractionnement : cela engendre une meilleure régulation du condenseur de tête de colonne de fractionnement.

Solution C - Condensation du fluide de reflux la colonne d'absorption dans un échangeur dédié grâce à la tête de la colonne d'absorption uniquement : cela permet une simplification de la ligne d'échange principale.

Le courant d'hydrocarbures à liquéfier est généralement un flux de gaz naturel obtenu à partir de champs de gaz naturel, des réservoirs de pétrole ou d'un réseau de gaz domestique distribué via des pipelines.

Habituellement, le flux de gaz naturel est composé essentiellement de méthane. De préférence, le courant d'alimentation comprend au moins 80% mol de méthane. En fonction de la source, le gaz naturel contient des quantités d'hydrocarbures plus lourds que le méthane, tels que par exemple l'éthane, le propane, le butane et le pentane ainsi que certains hydrocarbures aromatiques. Le flux de gaz naturel contient également des produits non-hydrocarbures tels que H_2O, N_2, CO_2, H_2S et d'autres composés soufrés, le mercure et autres.

Le flux d'alimentation contenant le gaz naturel est donc prétraité avant d'être introduit dans l'échangeur de chaleur permettant la première étape de refroidissement du procédé objet de la présente invention. Ce prétraitement comprend la réduction et/ou l'élimination des composants indésirables tels que le CO_2 et le H_2S, ou d'autres étapes telles que le pré-refroidissement et/ou la mise sous pression. Etant donné que ces mesures sont bien connues de l'homme de l'art, elles ne sont pas davantage détaillées ici.

L'expression "gaz naturel" telle qu'utilisée dans la présente demande se rapporte à toute composition contenant des hydrocarbures dont au moins du méthane. Cela comprend une composition « brute » (préalablement à tout traitement ou lavage), ainsi que toute composition ayant été partiellement, substantiellement ou entièrement traitée pour la réduction et/ou élimination d'un ou plusieurs composés, y compris, mais sans s'y limiter, le soufre, le dioxyde de carbone, l'eau, le mercure et certains hydrocarbures lourds et aromatiques.

L'échangeur de chaleur peut être tout échangeur thermique, toute unité ou autre agencement adapté pour permettre le passage d'un certain nombre de flux, et ainsi permettre au moins un système d'échange de chaleur direct ou indirect entre une ou plusieurs lignes de fluide réfrigérant, et un ou plusieurs flux d'alimentation.

L'invention sera décrite de manière plus détaillée en se référant aux figures 1 à 3.

La figure 1 illustre le schéma d'un procédé selon l'état de la technique tel que décrit en préambule de la présente description.

La figure 2 illustre un schéma d'un mode de réalisation d'une mise en œuvre d'un procédé selon l'invention.

La figure 3 illustre un schéma d'un mode de réalisation particulier d'une mise en œuvre d'un procédé selon l'invention.

Sur la figure 1, un flux d'alimentation de gaz naturel 1 est introduit dans un échangeur de chaleur principal 2 afin d'être refroidi. Le gaz ainsi refroidi 3 est partiellement condensé et introduit dans pot un séparateur de phases 4. La phase gaz 5 en tête de pot séparateur de phases 4 est introduite dans une turbine 6 afin de récupérer l'énergie de détente et de condenser une partie du courant 5, puis est introduite dans une colonne d'absorption 7 comprenant une partie inférieure 7' et une partie supérieure 7''. La phase liquide 8 en cuve de pot séparateur de phases 4 est introduite après détente 9 dans la colonne d'absorption 7. La colonne d'absorption produit en cuve de colonne un liquide et en tête de colonne, un gaz résiduaire 11. Le liquide 10 est réchauffé dans un échangeur de chaleur 12 dans lequel il est partiellement vaporisé. Le courant ainsi réchauffé 13 est ensuite introduit dans l'échangeur principal 2, cette introduction 13 est alors fortement diphasique.

En tête de colonne d'absorption 7, le gaz résiduaire 11 qui ne contient que les produits plus volatils que l'éthane est réchauffé dans l'échangeur de chaleur principal 2, le courant qui en résulte 14, est ensuite comprimé et envoyé dans une unité de traitement A.

Le courant 13' en sortie d'échangeur de chaleur 2 issu de la cuve de la colonne d'absorption 7, est introduit dans une colonne de fractionnement 15. Cette colonne 15 produit en cuve 16, un produit liquide rebouilli 18 à l'aide d'un rebouilleur 17 afin d'obtenir un liquide riche en propane et appauvri en éthane. En tête 19 de colonne de fractionnement 15, un gaz 20 est produit. Ce gaz 15 est condensé dans l'échangeur de chaleur 12 et le produit 21 qui sort de cet échangeur 12 est introduit dans un pot séparateur de phases 22. La phase gazeuse 23 en tête du pot séparateur de phases 22 sert de reflux à la colonne d'absorption 7. Le liquide 25 en cuve du pot séparateur de phases 22 sert de reflux 26 en tête de la colonne de fractionnement 15. Une pompe 30 est nécessaire pour pomper le liquide 25.

Le problème lié à l'introduction diphasique du courant 13 dans l'échangeur de chaleur principal 2 est résolu par le procédé objet de la présente invention.

En effet, sur la figure 2, le gaz résiduaire 11 en tête de colonne d'absorption 7 qui ne contient que les produits plus volatils que l'éthane est réchauffé dans un échangeur de chaleur 27 situé juste en aval de la tête de ladite colonne 7. Puis, le

gaz ainsi réchauffé 28 en sortie de l'échangeur de chaleur 27 est introduit dans l'échangeur de chaleur 12 en tête de la colonne de fractionnement avant d'être introduit dans l'échangeur principal 2 pour constituer le courant 14 ensuite comprimé et envoyé dans une unité de traitement A.

A la différence de ce qui est illustré sur la figure 1, le courant liquide 10 en cuve de la colonne d'absorption 7 est pompe à l'aide d'une pompe 29, puis directement introduit 13 dans l'échangeur principal 2 pour former le courant 13' qui est envoyé vers la colonne de fractionnement 15.

Les avantages d'un tel procédé sont les suivants :

Efficacité énergétique : la pression de la colonne d'absorption 7 est ainsi maximisée.

Simplicité des échangeurs : aucun des trois échangeurs de chaleur 2, 27, 12 n'a d'introduction diphasique, les différences de température en fluide froids et fluides chauds sont raisonnables (i.e : inférieures à 25-30°C, différences au-delà de laquelle des échangeurs de type aluminium brasé pourraient être endommagés).

De manière alternative, d'autres configurations sont possibles comme la suivante par exemple : l'échangeur de chaleur 12 peut être monté à l'intérieur de la colonne de fractionnement 15. L'échangeur de chaleur 27 peut, lui, être monté directement au dessus de la colonne d'absorption 7. L'intérêt par rapport à l'installer au sol, est d'éviter une pompe de relevage du reflux.

Sur la figure 3, un autre mode de réalisation est schématisé. Par rapport au schéma de la figure 2, la modification consiste en une séparation du fluide 11 en tête de la colonne d'absorption 7 en plusieurs courants 11' et 11''. Le courant 11' assure la condensation dans le condenseur 12 en tête de colonne de fractionnement 15.

Le courant 11' est introduit dans le condenseur 12 en tête de colonne de fractionnement 15 puis est introduit dans l'échangeur principal 2. Le courant 11'' est directement introduit dans l'échangeur principal 2.

Le liquide 10 de cuve de la colonne d'absorption 7 est pompé puis directement introduit dans l'échangeur principal 2.

Une vanne de contrôle peut contrôler précisément la fraction envoyée en tête de la colonne de fractionnement 15, permettant un contrôle précis et efficace de l'unité.

Avantage :

Meilleure régulation du condenseur 12 de tête de colonne de fractionnement 15.

Minimisation du nombre d'équipements tout en maintenant une introduction monophasique du liquide 13 de la colonne d'absorption dans l'échangeur de chaleur 2.

De manière alternative, d'autres configurations sont possibles comme la suivante, par exemple : l'échangeur de chaleur 12 peut être monté directement au dessus de la colonne d'absorption 7. L'intérêt par rapport à l'installer au sol, est d'éviter une pompe de relevage du reflux.

En plus de cela, l'invention peut être combinée avantageusement à une intégration entre les colonnes et les échangeurs. Dans le cas correspondant aux figures 2 et 3, une configuration permettant d'intégrer dans un même module la colonne 15 et l'échangeur 12, en évitant l'usage de la pompe 25 par exemple et en évitant une virole dédiée à l'échangeur 12 est proposée. Dans ce cas là, ledit module est caractérisé en ce que, directement au dessus de la colonne de fractionnement 15 est installé un pot séparateur, au-dessus duquel est installé un condenseur. Le condenseur est connecté à la tête de la colonne de fractionnement et au pot séparateur côté condensation. La cuve du pot séparateur est connectée à la colonne de fractionnement (indirectement avec une vanne entre les deux typiquement). Par module on entend donc une unique structure comprenant la colonne 15, le pot séparateur et l'échangeur de chaleur 12.

REVENDICATIONS

1. Procédé de séparation cryogénique d'un courant d'alimentation (1) de gaz naturel en un gaz contenant les composés les plus volatils (14) du courant d'alimentation (1) et en un produit liquide (18) contenant les composés les plus lourds du courant d'alimentation (1), comprenant au moins les étapes suivantes :

- Etape a) : condensation au moins partielle d'un courant d'alimentation (1) de gaz naturel dans un premier système d'échange de chaleur (2);
- Etape b) : introduction du courant au moins partiellement condensé (3) issu de l'étape a) dans une colonne d'absorption (7) à un niveau d'introduction situé dans la partie inférieure de ladite colonne d'absorption, ladite colonne d'absorption produisant, en tête, un courant gazeux (11) contenant les composés les plus volatils et en cuve, un produit liquide (10) ;
- Etape c) : introduction du produit liquide issu de l'étape b) dans une colonne de fractionnement (15) pour obtenir, en cuve (16) de colonne de fractionnement (15), un produit liquide (18) contenant les composés les plus lourds du courant d'alimentation et, en tête (19) de colonne de fractionnement, un distillat (21), au moins partiellement condensé dans un deuxième système d'échange de chaleur (12) ;
- Etape d) : introduction, à un niveau situé dans la partie supérieure de la colonne d'absorption (7), de la phase gazeuse (23) du distillat condensé (21) issu de l'étape c) comme courant d'alimentation (24) de la colonne d'absorption (7) ;

caractérisé en ce que le courant gazeux (11) produit en tête de colonne d'absorption (7) issu de l'étape b) est mis en œuvre pour condenser, dans le deuxième système d'échange de chaleur (12), le distillat (21) issu de la tête (19) de la colonne de fractionnement (15).

2. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape préalable à l'étape d) de condensation du distillat (21) issu de la tête (19) de la colonne de fractionnement (15) dans un troisième système d'échangeur de chaleur (27).

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'intégralité du courant gazeux (11) produit en tête de colonne d'absorption (7) issu de l'étape b) est mise en œuvre pour condenser, dans le deuxième système d'échange de chaleur (12), le distillat (21) issu de la tête (19) de la colonne de fractionnement (15).

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le courant gazeux (11) produit en tête de colonne d'absorption (7) issu de l'étape b) est séparé en plusieurs courants (11', 11'') dont au moins un (11') est mis en œuvre pour condenser, dans le deuxième système d'échange de chaleur (12), le distillat (21) issu de la tête (19) de la colonne de fractionnement (15).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la phase liquide (25) du distillat condensé (21) issu de l'étape c) est utilisée comme reflux (26) en tête de la colonne de fractionnement (15).

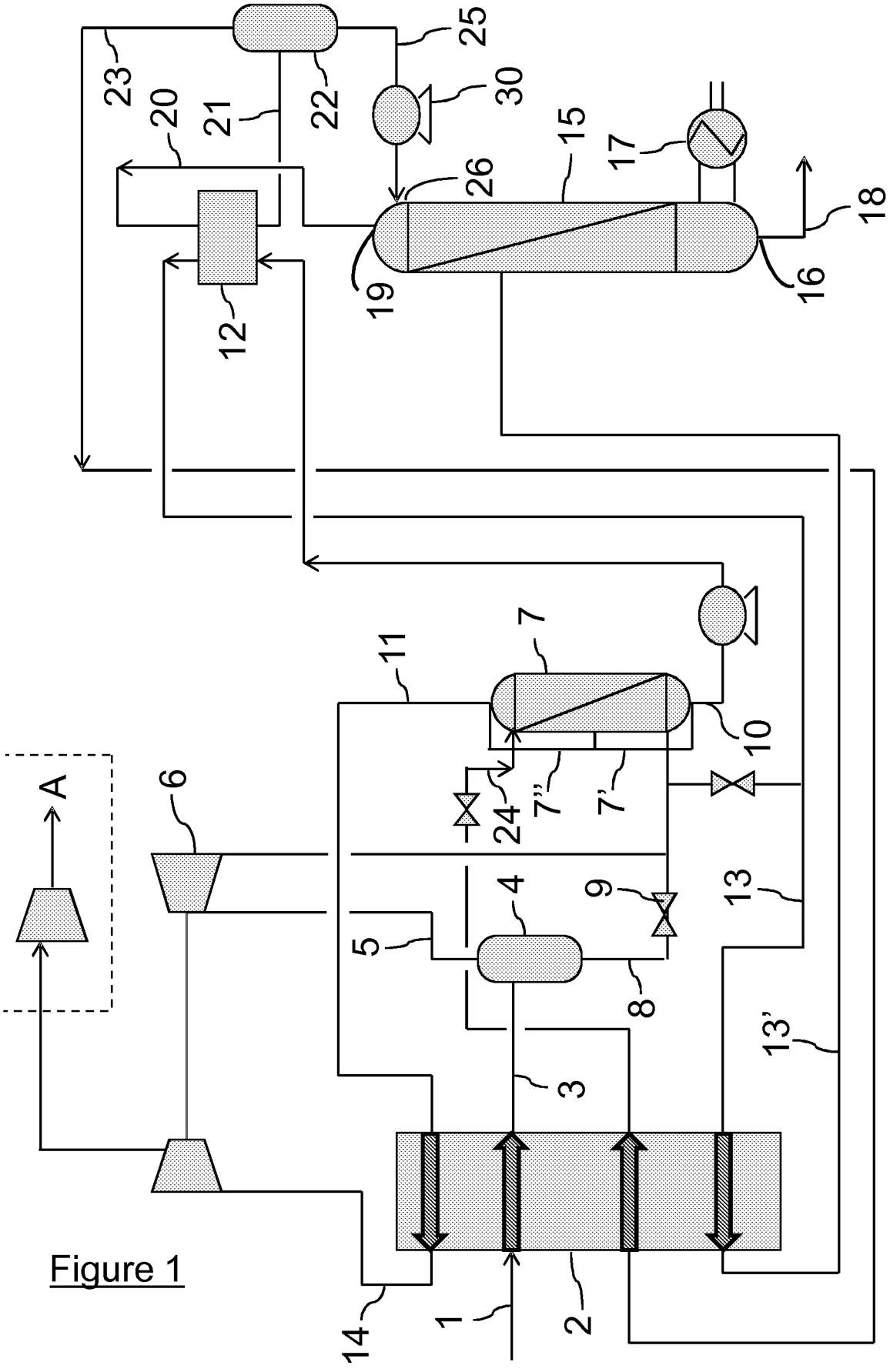

A
1
2
3
4
5
6
7
7'
7''
8
9
10
11
12
13
13'
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
30

Figure 1

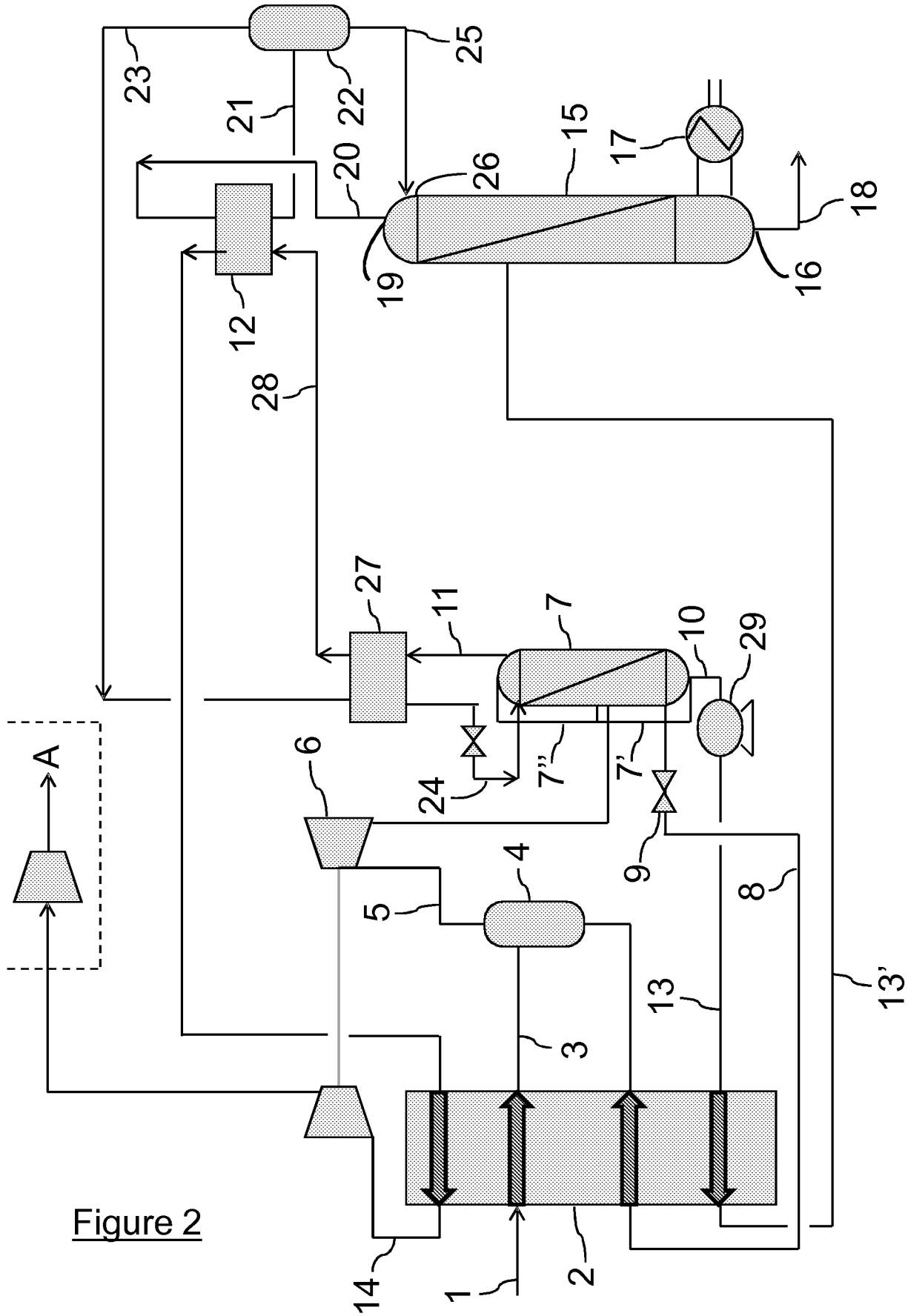

A
1
2
3
4
5
6
7
7'
7''
8
9
10
11
12
13
13'
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29

Figure 2

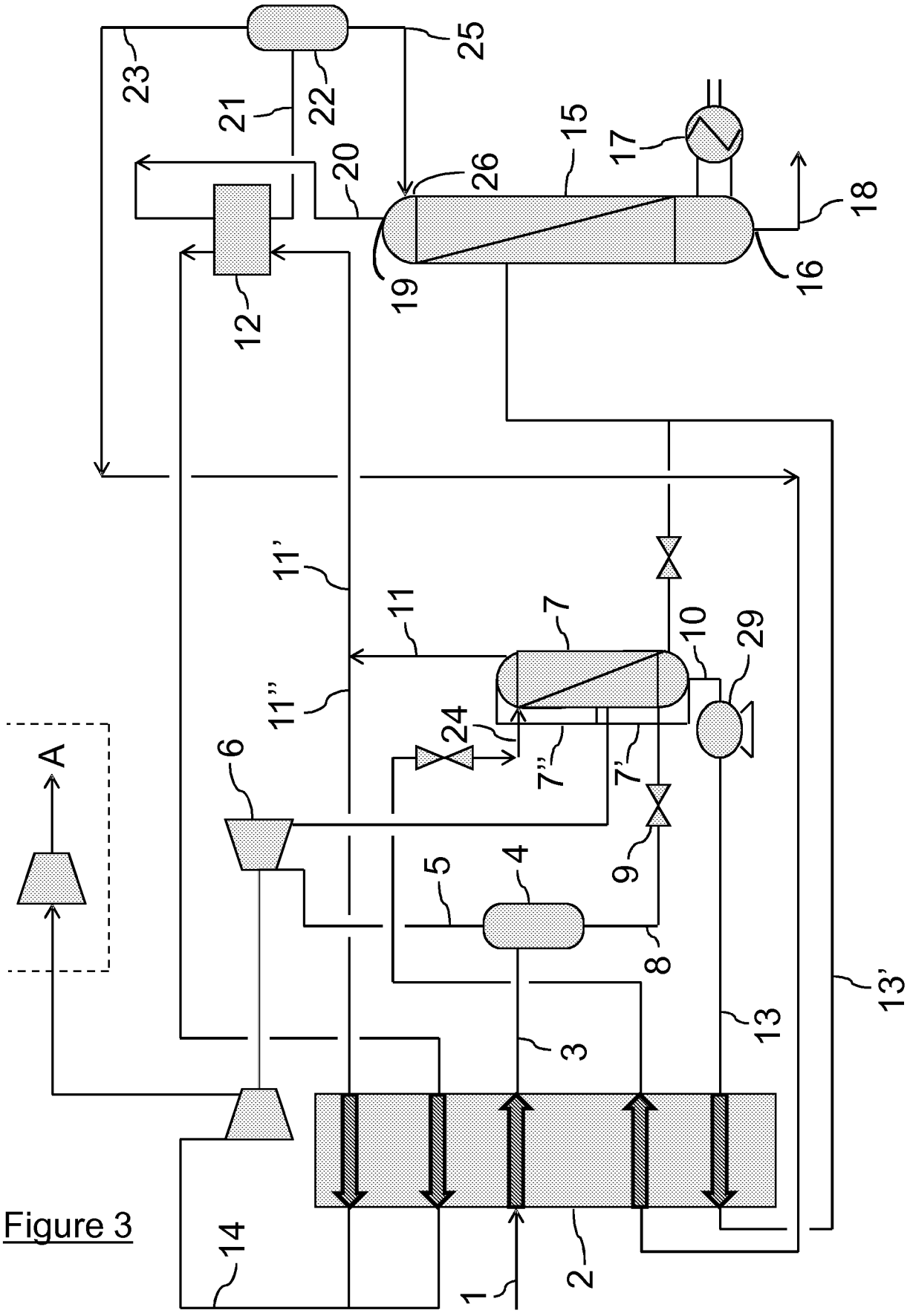

A
1
2
3
4
5
6
7
7'
7''
8
9
10
11
11'
11''
12
13
13'
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
29

Figure 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/053045

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F25J3/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102 21 229 A1 (LINDE AG [DE]) 4 December 2003 (2003-12-04) figure 1	1-5
X	US 5 114 450 A (PARADOWSKI HENRI [FR] ET AL) 19 May 1992 (1992-05-19) figure 2	1-5
X	US 2002/157538 A1 (FOGLIETTA JORGE H [US] ET AL) 31 October 2002 (2002-10-31) figure 1	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 December 2017	16/01/2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Schopfer, Georg

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2017/053045

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10221229 A1	04-12-2003	DE 10221229 A1	04-12-2003
		NO 20032117 A	14-11-2003
US 5114450 A	19-05-1992	DE 395490 T1	28-11-1991
		DE 69000163 D1	30-07-1992
		DE 69000163 T2	18-02-1993
		EP 0395490 A1	31-10-1990
		FR 2646166 A1	26-10-1990
		JP 2765697 B2	18-06-1998
		JP H03115390 A	16-05-1991
		PT 93865 A	20-11-1990
		RU 2014343 C1	15-06-1994
		US 5114450 A	19-05-1992
US 2002157538 A1	31-10-2002	CA 2440142 A1	10-10-2002
		EP 1373815 A1	02-01-2004
		EP 2664882 A1	20-11-2013
		ES 2638424 T3	20-10-2017
		JP 4634007 B2	23-02-2011
		JP 2004530094 A	30-09-2004
		KR 20030094271 A	11-12-2003
		NO 20033853 A	31-10-2003
		US 2002157538 A1	31-10-2002
		WO 02079706 A1	10-10-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2017/053045

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F25J3/02
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F25J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 102 21 229 A1 (LINDE AG [DE]) 4 décembre 2003 (2003-12-04) figure 1	1-5
X	US 5 114 450 A (PARADOWSKI HENRI [FR] ET AL) 19 mai 1992 (1992-05-19) figure 2	1-5
X	US 2002/157538 A1 (FOGLIETTA JORGE H [US] ET AL) 31 octobre 2002 (2002-10-31) figure 1	1-5

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
22 décembre 2017	16/01/2018

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Schopfer, Georg

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2017/053045

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 10221229 A1	04-12-2003	DE 10221229 A1	04-12-2003
		NO 20032117 A	14-11-2003
US 5114450 A	19-05-1992	DE 395490 T1	28-11-1991
		DE 69000163 D1	30-07-1992
		DE 69000163 T2	18-02-1993
		EP 0395490 A1	31-10-1990
		FR 2646166 A1	26-10-1990
		JP 2765697 B2	18-06-1998
		JP H03115390 A	16-05-1991
		PT 93865 A	20-11-1990
		RU 2014343 C1	15-06-1994
		US 5114450 A	19-05-1992
US 2002157538 A1	31-10-2002	CA 2440142 A1	10-10-2002
		EP 1373815 A1	02-01-2004
		EP 2664882 A1	20-11-2013
		ES 2638424 T3	20-10-2017
		JP 4634007 B2	23-02-2011
		JP 2004530094 A	30-09-2004
		KR 20030094271 A	11-12-2003
		NO 20033853 A	31-10-2003
		US 2002157538 A1	31-10-2002
		WO 02079706 A1	10-10-2002