

(19)



(11)

EP 2 452 140 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

10.04.2019 Bulletin 2019/15

(51) Int Cl.:

F25J 3/02 ^(2006.01)

C07C 7/09 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10742221.4**

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2010/051437

(22) Date de dépôt: **07.07.2010**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2011/004123 (13.01.2011 Gazette 2011/02)

(54) **PROCÉDÉ DE PRODUCTION D'UN COURANT RICHE EN MÉTHANE ET D'UN COURANT RICHE EN HYDROCARBURES EN C2+, ET INSTALLATION ASSOCIÉE**

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES METHANREICHEN STROMS UND C2+KOHLENWASSERSTOFFREICHEN STROMS UND ZUGEHÖRIGE ANLAGE

METHOD FOR PRODUCING METHANE-RICH STREAM AND C2+ HYDROCARBON-RICH STREAM, AND RELATED FACILITY

(84) Etats contractants désignés:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

• **GOURIOU, Julie**

F-92500 Rueil Malmaison (FR)

• **BARTHE, Loïc**

F-75018 Paris (FR)

• **THIEBAULT, Sandra**

F-60580 Coye-la-foret (FR)

(30) Priorité: **09.07.2009 FR 0954781**

(43) Date de publication de la demande:

16.05.2012 Bulletin 2012/20

(74) Mandataire: **Lavoix**

2, place d'Estienne d'Orves

75441 Paris Cedex 09 (FR)

(73) Titulaire: **Technip France**

92400 Courbevoie (FR)

(56) Documents cités:

US-A- 3 213 631

US-A- 4 687 499

US-A- 5 983 664

US-A1- 2001 008 073

US-B1- 6 244 070

US-B1- 6 526 777

US-B2- 6 578 379

(72) Inventeurs:

• **GAHIER, Vanessa**

F-95280 Jouy Le Moutier (FR)

EP 2 452 140 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé et une installation de production d'un courant riche en méthane et d'un courant riche en hydrocarbures en C_2^+ à partir d'un courant d'alimentation contenant des hydrocarbures, selon les revendications 1 et 12 respectivement.

[0002] Un tel procédé respectivement appareil est destiné à extraire des hydrocarbures en C_2^+ , comme notamment l'éthylène, l'éthane, le propylène, le propane et des hydrocarbures plus lourds, à partir notamment de gaz naturel, de gaz de raffinerie ou de gaz synthétique obtenu à partir d'autres sources hydrocarbonées telles que le charbon, l'huile brute, le naphta.

[0003] Le gaz naturel contient généralement une majorité de méthane et d'éthane constituant au moins 50% en moles du gaz. Il contient également en quantité plus négligeable des hydrocarbures plus lourds, tels que le propane, le butane, le pentane. Dans certains cas, il contient également de l'hélium, de l'hydrogène, de l'azote et du dioxyde de carbone.

[0004] Il est nécessaire de séparer les hydrocarbures lourds du gaz naturel pour répondre à au moins deux impératifs.

[0005] Tout d'abord, économiquement, les hydrocarbures en C_2^+ , et notamment l'éthane, le propane et le butane peuvent être valorisés. En outre, la demande en liquides de gaz naturel en tant que charge pour l'industrie pétrochimique augmente continûment et devrait continuer à augmenter dans les prochaines années.

[0006] En outre, pour des raisons de procédé, il est souhaitable de séparer les hydrocarbures lourds afin d'éviter qu'ils ne condensent au cours du transport et/ou de la manipulation des gaz. Ceci permet d'éviter des incidents tels que l'arrivée de bouchons liquides dans les installations de transport ou de traitement conçues pour des effluents gazeux.

[0007] Pour séparer les hydrocarbures en C_2^+ du gaz naturel, il est connu d'utiliser un procédé d'absorption à l'huile qui permet de récupérer jusqu'à 90% du propane et jusqu'à environ 40% de l'éthane.

[0008] Pour atteindre des taux de récupération plus élevés, les procédés d'expansion cryogénique sont utilisés.

[0009] Dans un procédé d'expansion cryogénique connu, une partie du courant d'alimentation contenant les hydrocarbures est utilisée pour les rebouilleurs secondaires d'une colonne de séparation du méthane.

[0010] Puis, les différents effluents, après condensation partielle, sont combinés pour alimenter un séparateur gaz-liquide.

[0011] Comme décrit dans US 6,578,379 ou US 5,555,748, le courant léger obtenu en tête du séparateur est divisé en une première fraction d'alimentation de colonne, qui est condensée avant d'être envoyée vers l'alimentation de tête de la colonne de distillation et en une seconde fraction qui est envoyée vers une turbine de détente dynamique avant d'être réintroduite dans la colonne de distillation.

[0012] De plus, comme décrit dans US 6,578,379, dans un deuxième séparateur de phase le courant lourd de pied après détente et vaporisation partielle est séparé dans une fraction gazeuse de tête et une fraction liquide de pied qui, après refroidissement et condensation au moins partielle respectivement après détente sont introduites dans la colonne de distillation. En revanche, ce procédé ne montre pas l'utilisation d'une deuxième turbine afin de détendre dynamiquement une fraction du courant d'alimentation séparée du dernier en amont du séparateur.

[0013] Ces procédés présentent l'avantage d'être facile à démarrer et d'offrir une flexibilité opératoire importante, combinée à une bonne efficacité et à une bonne sûreté.

[0014] Toutefois, les contraintes économiques nécessitent d'augmenter encore l'efficacité du procédé tout en conservant un rendement d'extraction d'éthane très élevé. Il est en outre nécessaire de minimiser l'encombrement des installations et de réduire, voire de supprimer l'apport en réfrigérants externes tels que le propane, notamment pour la mise en oeuvre du procédé sur des installations flottantes ou dans des zones sensibles en terme de sécurité.

[0015] US 2001/0008073, US 5 983 664, US 6 244 070, US 6 526 777 et US 4 687 499 décrivent divers procédés de séparation de courants d'hydrocarbures.

[0016] Un but de l'invention est donc d'obtenir un procédé de production qui permet de séparer un courant d'alimentation contenant des hydrocarbures en un courant riche en hydrocarbures en C_2^+ et en un courant riche en méthane, de manière très économique, peu encombrante et très efficace.

[0017] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé selon la revendication 1.

[0018] Le procédé selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques des revendications 2 à 11 ou l'une des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- le courant de rebouillage auxiliaire est placé en relation d'échange thermique avec le courant issu de la turbine de détente dynamique dans le deuxième échangeur thermique ;
- aucun cycle de réfrigération extérieur n'est utilisé pour refroidir la première fraction du courant d'alimentation dans le premier échangeur thermique ;
- le courant de fond de colonne est pompé et est avantageusement réchauffé par mise en relation d'échange thermique avec au moins une fraction du courant d'alimentation jusqu'à une température inférieure à sa température de bulle.

[0019] L'invention a en outre pour objet une installation de production d'un courant riche en méthane et d'un courant riche en hydrocarbures en C_2^+ à partir d'un courant d'alimentation contenant des hydrocarbures, selon la revendication 12.

[0020] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- 5
- la Figure 1 est un schéma synoptique fonctionnel d'une première installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un premier procédé ;
 - la Figure 2 est un schéma synoptique fonctionnel d'une deuxième installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un deuxième procédé selon l'invention ;
 - 10 - la Figure 3 est un schéma synoptique fonctionnel d'une troisième installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un troisième procédé selon l'invention ;
 - la Figure 4 est un schéma synoptique fonctionnel d'une quatrième installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un quatrième procédé selon l'invention ;
 - la Figure 5 est un schéma synoptique fonctionnel d'une cinquième installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un cinquième procédé ;
 - 15 - la Figure 6 est un schéma synoptique fonctionnel d'une sixième installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un sixième procédé ;
 - la Figure 7 est un schéma synoptique fonctionnel d'une septième installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un septième procédé selon l'invention ;
 - 20 - la Figure 8 est un schéma synoptique fonctionnel d'une huitième installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un huitième procédé selon l'invention.

[0021] Dans tout ce qui suit, on désignera par les mêmes références un courant circulant dans une conduite et la conduite qui le transporte.

25 **[0022]** En outre, sauf indication contraire, les pourcentages cités sont des pourcentages molaires et les pressions sont données en bars absolus. Le rendement de chaque compresseur est choisi comme étant de 82% polytropique et le rendement de chaque turbine est de 85% adiabatique. De même les colonnes de distillation décrites utilisent des plateaux mais elles peuvent également utiliser du garnissage vrac ou structuré. Une combinaison de plateaux et de garnissage est également possible. Les turbines additionnelles décrites entraînent des compresseurs mais elles peuvent également entraîner des générateurs électriques à fréquence variable dont l'électricité produite peut être utilisée dans le réseau par l'intermédiaire d'un convertisseur de fréquence. Les courants dont la température est supérieure à l'ambiante sont décrits comme étant refroidis par des aéro réfrigérants. En variante, il est possible d'utiliser des échangeurs à eau par exemple à eau douce ou à eau de mer.

30 **[0023]** La Figure 1 illustre une première installation 10 de production d'un courant 12 riche en méthane et d'une coupe 14 riche en hydrocarbures en C_2^+ , à partir d'un courant gazeux 16 d'alimentation.

[0024] Le courant gazeux 16 est un courant de gaz naturel, un courant de gaz de raffinerie, ou un courant de gaz synthétique obtenu à partir d'une source hydrocarbonée telle que du charbon, de l'huile brute, du naphta. Dans l'exemple représenté sur les Figures, le courant 16 est un courant de gaz naturel déshydraté.

35 **[0025]** Le procédé et l'installation 10 s'appliquent avantageusement à la construction d'une nouvelle unité de récupération de méthane et d'éthane.

[0026] L'installation 10 comprend, d'amont en aval, un premier échangeur thermique 20, un premier ballon séparateur 22, un deuxième ballon séparateur 24, et une première turbine de détente dynamique 26, propre à produire du travail lors de la détente d'un courant passant à travers la turbine.

40 **[0027]** L'installation comprend en outre un deuxième échangeur thermique 28, une première colonne de distillation 30, un premier compresseur 32 accouplé à la première turbine de détente dynamique 26, un premier réfrigérant 34, un deuxième compresseur 36, un deuxième réfrigérant 38, et une pompe de fond de colonne 40.

[0028] Un premier procédé de production, mise en oeuvre dans l'installation 10 va maintenant être décrit.

45 **[0029]** Le courant d'alimentation 16 d'un gaz naturel déshydraté comprend en moles, 2,06% d'azote, 83,97% de méthane, 6,31 % d'éthane, 3,66% de propane, 0,70% d'isobutane, 1,50% de n-butane, 0,45 % d'isopentane, 0,83% de n-pentane et 0,51% de dioxyde de carbone.

[0030] Le courant d'alimentation 16 présente donc plus généralement en moles entre 5 % et 15 % d'hydrocarbures en C_2^+ à extraire et entre 75 % et 90 % de méthane.

[0031] Par « gaz déshydraté », on entend un gaz dont la teneur en eau est la plus basse possible et est notamment inférieure à 1 ppm.

50 **[0032]** Le courant d'alimentation 16 présente une pression supérieure à 35 bars et une température voisine de la température ambiante et notamment sensiblement égale à 30°C. Le débit du courant d'alimentation est dans cet exemple de 15 000 kmoles/heure.

[0033] Dans l'exemple représenté, le courant d'alimentation 16 est introduit dans sa totalité dans le premier échangeur

EP 2 452 140 B1

thermique 20 où il est refroidi et partiellement condensé pour former une fraction 42 de courant d'alimentation refroidi.

[0034] La température de la fraction 42 est inférieure à -10°C et est notamment égale à -26°C . Puis, la fraction refroidie 42 est introduite dans le premier ballon séparateur 22.

[0035] La teneur en liquide de la fraction refroidie 42 est inférieure à 50% molaire.

5 **[0036]** Un courant léger de tête 44 gazeux et un courant lourd de pied 45 liquide sont extraits du premier ballon séparateur 22. Le courant gazeux 44 est divisé en une fraction minoritaire 46 d'alimentation de colonne et en une fraction majoritaire 48 d'alimentation de turbine. Le rapport du débit molaire de la fraction majoritaire 48 à la fraction minoritaire 46 est supérieur à 2.

10 **[0037]** La fraction d'alimentation de colonne 46 est introduite dans le deuxième échangeur 28 pour y être totalement liquéfiée et sous-refroidie. Elle forme une fraction d'alimentation de colonne refroidie 49. Cette fraction 49 est détendue dans une première vanne de détente statique 50 pour former une fraction détendue 52 introduite en reflux dans la première colonne de distillation 30.

[0038] La température de la fraction détendue 52 obtenue après passage dans la vanne 50 est inférieure à -70°C et est notamment égale à -109°C .

15 **[0039]** La pression de la fraction détendue 52 est en outre sensiblement égale à la pression d'opération de la colonne 30 qui est inférieure à 40 bars et notamment comprise entre 10 bars et 30 bars, avantageusement égale à 20 bars.

[0040] La fraction 52 est introduite dans une partie haute de la colonne 30 à un niveau N1, situé par exemple au cinquième étage en partant du haut de la colonne 30.

20 **[0041]** La fraction d'alimentation de turbine 48 est introduite dans la première turbine de détente dynamique 26. Elle subit une expansion dynamique jusqu'à une pression proche de la pression d'opération de la colonne 30 pour former une fraction d'alimentation détendue 54 qui présente une température inférieure à -50°C .

[0042] Selon l'invention, la fraction détendue 54 est envoyée dans le deuxième échangeur thermique 28 pour y être refroidie et former un courant de reflux refroidi additionnel 56.

25 **[0043]** L'expansion de la fraction d'alimentation 48 dans la première turbine 26 permet de récupérer 4584 kW d'énergie qui refroidissent la fraction 48.

[0044] Selon l'invention, le courant 54, qui est un effluent issu d'une turbine 26 de détente dynamique est refroidi et est au moins partiellement liquéfié pour constituer un premier courant de reflux refroidi 56.

[0045] La température du courant de reflux refroidi 56 est inférieure à -60°C .

[0046] La teneur en liquide du courant de reflux refroidi 56 est supérieure à 5% molaire.

30 **[0047]** Le courant de reflux refroidi 56 est introduit dans une partie moyenne de la colonne 30 située sous la partie supérieure, à un niveau N2 correspondant au dixième étage en partant du haut de la colonne 30.

[0048] Le courant liquide 45 récupéré au fond du premier ballon séparateur 22 est détendu dans une deuxième vanne de détente statique 58, puis est réchauffé dans le premier échangeur thermique 20 et est partiellement vaporisé pour former un courant lourd détendu 60.

35 **[0049]** La pression du courant lourd détendu 60 est inférieure à 50 bars et est notamment sensiblement égale à 20,7 bars. La température du courant lourd détendu 60 est supérieure à -50°C et est notamment sensiblement égale à -20°C .

[0050] Le courant lourd détendu 60 est ensuite introduit dans le deuxième ballon séparateur 24 pour y être séparé en une fraction gazeuse de tête 62 et en une fraction liquide de pied 64.

40 **[0051]** La fraction liquide de pied 64 est alors détendue sensiblement à la pression d'opération de la colonne 30 à travers une troisième vanne de détente statique 66.

[0052] La fraction liquide détendue 68 issue de la troisième vanne 66 est introduite en reflux dans une partie moyenne de la première colonne 30, à un niveau N3 situé sous le niveau N2, avantageusement au quatorzième étage en partant du haut de la première colonne 30.

45 **[0053]** La fraction gazeuse de tête 62 est introduite dans le deuxième échangeur thermique 28 pour y être refroidie et totalement liquéfiée. Elle est ensuite détendue dans une quatrième vanne de détente statique 70 et forme une fraction détendue 72. La température de la fraction détendue 72 est inférieure à -70°C et est notamment égale à -106.9°C . Sa pression est sensiblement égale à la pression de la colonne 30.

[0054] La fraction détendue 72 est introduite en reflux dans une partie haute de la colonne 30 située à un niveau N5 placé entre le niveau N1 et le niveau N2, avantageusement au cinquième étage en partant du haut de la colonne 30. La température de la fraction liquide détendue 68 est inférieure à 0°C et est notamment égale à -20.4°C .

50 **[0055]** Un premier courant de rebouillage 74 est prélevé au voisinage du fond de la colonne 30 à une température supérieure à -3°C et notamment sensiblement égale à $12,08^{\circ}\text{C}$, à un niveau N6 situé avantageusement au vingt-et-unième étage en partant du haut de la colonne 30.

55 **[0056]** Le premier courant 74 est amené jusqu'au premier échangeur thermique 20 où il est réchauffé jusqu'à une température supérieure à 3°C et notamment égale à $18,88^{\circ}\text{C}$ avant d'être renvoyé à un niveau N7 correspondant au vingt-deuxième étage en partant du haut de la colonne 30.

[0057] Un deuxième courant de rebouillage 76 est prélevé à un niveau N8 situé au-dessus du niveau N6 et en dessous du niveau N3, avantageusement au dix-huitième étage en partant du haut de la colonne. Le deuxième courant de

EP 2 452 140 B1

rebouillage 76 est introduit dans le premier échangeur thermique 20 pour y être réchauffé jusqu'à une température supérieure à -8°C et notamment égale à $7,23^{\circ}\text{C}$. Il est ensuite renvoyé dans la colonne 30 à un niveau N9 situé sous le niveau N8 et au-dessus du niveau N6, avantageusement au dix-neuvième étage en partant du haut de la colonne 30.

[0058] Un troisième courant de rebouillage 78 est prélevé à un niveau N10 situé sous le niveau N3 et au-dessus du niveau N8, avantageusement au quinzième étage en partant du haut de la colonne 30. Le troisième courant de rebouillage 78 est ensuite amené jusqu'au premier échangeur thermique 20 où il est réchauffé jusqu'à une température supérieure à -30°C et notamment égale à $-15,6^{\circ}\text{C}$ avant d'être renvoyé à un niveau N11 de la colonne 30 situé sous le niveau N10 et situé au-dessus du niveau N8, avantageusement au seizième étage en partant du haut de la colonne 30.

[0059] Un quatrième courant de rebouillage 80 est prélevé dans une partie moyenne de la colonne 30 à un niveau N12 situé sous le niveau N2 et au-dessus du niveau N3, et avantageusement au douzième étage en partant du haut de la colonne 30.

[0060] Ce quatrième courant de rebouillage 80 est amené jusqu'au deuxième échangeur thermique 28 où il est réchauffé par échange thermique avec l'effluent 54 de la turbine 26 jusqu'à une température supérieure à -50°C . Il échange ainsi une puissance thermique qui permet de fournir une partie des frigories nécessaires à la formation du courant de reflux refroidi 56. Le quatrième courant 80 est ensuite réintroduit dans la colonne 30 à un niveau N13 situé sous le niveau N12 et au-dessus du niveau N3, avantageusement au treizième étage, en partant du haut de la colonne 30.

[0061] Ainsi, les courants 52, 72 et 96 sont introduits dans la partie haute de la colonne 30 qui s'étend à partir d'une hauteur supérieure à 35% de la hauteur de la colonne 30, alors que les courants 56 et 68 sont introduits dans une partie moyenne qui s'étend sous la partie haute.

[0062] La colonne 30 produit en pied un courant liquide 82 de fond de colonne. Le courant 82 de fond de colonne présente une température supérieure à 4°C et notamment égale à $18,9^{\circ}\text{C}$.

[0063] Ainsi, le courant de fond 82 contient en mole 1,45% de dioxyde de carbone, 0% d'azote, 0,46% de méthane, 45,83% d'éthane, 26,80% de propane, 5,18% de i-butane, 10,96% de n-butane, 3,26% de i-pentane, 6,07% de n-pentane.

[0064] Plus généralement, le courant 82 a un rapport C1/C2 inférieur à 3% molaire, par exemple égal à 1%.

[0065] Il contient plus de 95%, avantageusement plus de 99% en moles de l'éthane contenu dans le courant d'alimentation 16 et il contient sensiblement 100% en moles des hydrocarbures en C_3^+ contenus dans le courant d'alimentation 16.

[0066] Le courant de fond de colonne 82 est pompé dans la pompe 40 pour former la coupe 14 riche en hydrocarbures en C_2^+ .

[0067] Il peut être avantageusement réchauffé par mise en relation d'échange thermique avec au moins une fraction du courant d'alimentation 16 jusqu'à une température inférieure à sa température de bulle, pour le maintenir sous forme liquide.

[0068] La colonne 30 produit en tête un courant gazeux 84 de tête de colonne riche en méthane. Le courant 84 présente une température inférieure à -70°C et notamment sensiblement égale à $-108,9^{\circ}\text{C}$. Il présente une pression sensiblement égale à la pression de la colonne 30, par exemple égale à 19,0 bars.

[0069] Le courant de tête 84 est successivement introduit dans le deuxième échangeur thermique 28, puis dans le premier échangeur thermique 20 pour y être réchauffé et former un courant 86 de tête riche en méthane réchauffé. Le courant 86 présente une température supérieure à -10°C et notamment égale à $27,5^{\circ}\text{C}$.

[0070] Puis, le courant 86 est introduit successivement dans le premier compresseur 32 entraîné par la turbine principale 26 pour y être comprimé à une pression sensiblement égale à 40 bars, avant d'être introduit dans le premier réfrigérant à air 34 pour y être refroidi à une température inférieure à 60°C , notamment à égale à 40°C .

[0071] Le courant 88 partiellement comprimé ainsi obtenu est introduit dans le deuxième compresseur 36 puis dans le deuxième réfrigérant 38 pour former un courant de tête 90 comprimé. Le courant 90 présente ainsi une pression supérieure à 35 bars et notamment sensiblement égale à 63,1 bars.

[0072] Le courant de tête de colonne refroidi 90 forme essentiellement le courant riche en méthane 12 produit par le procédé.

[0073] Sa composition est avantageusement de 97,19% molaire de méthane, 2,39% molaire d'azote et 0,06% molaire d'éthane. Il comprend plus de 99% du méthane contenu dans le courant d'alimentation 16 et moins de 5% des hydrocarbures en C_2^+ contenus dans le courant d'alimentation 16.

[0074] Comme illustré par la Figure 1, un courant de soutirage 92 est prélevé dans le courant de tête comprimé 90. Le courant 92 présente un débit molaire non nul compris entre 0 % et 35 % du débit molaire du courant de tête comprimé 90 en amont du prélèvement, le reste du courant de tête comprimé 90 formant le courant 12.

[0075] Le courant de soutirage 92 est refroidi successivement dans le premier échangeur 20, puis dans le deuxième échangeur 28, avant d'être détendu dans une cinquième vanne de détente statique 94.

[0076] Le courant 96, qui avant détente dans la vanne 94 est essentiellement liquéfié, possède après détente une fraction liquide supérieure à 0,8. Le courant de soutirage détendu 96 issu de la cinquième vanne 94 est ensuite introduit en reflux au voisinage de la tête de la colonne 30 à un niveau N14 situé au-dessus du niveau N1 et correspondant avantageusement au premier étage de la colonne 30.

EP 2 452 140 B1

[0077] La température du courant de soutirage détendu 96 avant son introduction dans la colonne 30 est inférieure à -70° C et est avantageusement égale à -111.4°C.

[0078] Des exemples de température, de pression, et de débit molaire des différents courants sont donnés dans le Tableau 1 ci-dessous.

TABLEAU 1

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
12	40,0	63,1	12950
14	19,4	24,2	2050
16	30,0	62,0	15000
42	-26,0	61,0	15000
44	-26,0	61,0	13472
45	-26,0	61,0	1528
46	-26,0	61,0	1350
48	-26,0	61,0	12122
49	-106,9	60,0	1350
52	-109,0	19,2	1350
54	-74,2	19,2	12122
56	-84,0	19,1	12122
60	-20,0	20,2	1528
62	-20,0	20,2	685
64	-20,0	20,2	843
68	-20,4	19,2	843
72	-106,9	19,2	685
82	18,9	19,2	2050
84	-108,9	19,0	15080
86	27,5	18,0	15080
88	40,0	25,1	15080
90	40,0	63,1	15080
92	40,0	63,1	2130
96	-111,4	19,2	2130

[0079] Par rapport à une installation de l'état de la technique, telle que décrite par exemple dans le brevet américain US 6,578,379, la consommation énergétique du procédé, constituée par l'énergie d'entraînement du deuxième compresseur 36 est de 13630 kW contre 14494 kW avec un procédé selon US 6,578,379, dans lequel le même débit de charge à traiter est utilisé.

[0080] Par rapport à l'état de la technique, le procédé permet donc d'obtenir une réduction significative de la puissance consommée, tout en conservant une forte sélectivité pour l'extraction d'éthane.

[0081] Une deuxième installation 110 selon l'invention est représentée sur la Figure 2. Cette installation 110 est destinée à la mise en oeuvre d'un deuxième procédé selon l'invention.

[0082] A la différence de la première installation 10, la deuxième installation 110 comprend une deuxième turbine de détente dynamique 112 couplée à un troisième compresseur 114.

[0083] A la différence du premier procédé selon l'invention, le courant d'alimentation 16 est divisé en une première fraction 115 de courant d'alimentation et en une deuxième fraction 116 de courant d'alimentation.

[0084] Le rapport du débit molaire de la première fraction 115 à la deuxième fraction 116 est par exemple supérieur

EP 2 452 140 B1

à 2 et est notamment compris entre 2 et 15.

[0085] La première fraction 115 est dirigée vers le premier échangeur thermique 20 pour former la fraction refroidie 42.

[0086] La deuxième fraction 116 est dirigée vers la deuxième turbine de détente dynamique 112 pour y être détendue dynamiquement jusqu'à une pression inférieure à 40 bars, avantageusement sensiblement égale à la pression de la colonne 30.

[0087] La deuxième fraction d'alimentation détendue 118 récupérée à la sortie de la deuxième turbine de détente 112 présente ainsi une température inférieure à 0°C et notamment égale à -24°C. L'expansion thermique dans la turbine 112 permet de récupérer 1364 kW pour refroidir le flux.

[0088] La fraction 118 est ensuite introduite dans le deuxième échangeur thermique 28 pour y être refroidie et au moins partiellement liquéfiée. La fraction refroidie 120 issue du deuxième échangeur 28 forme un deuxième courant de reflux refroidi qui est introduit dans la colonne 30 à un niveau supérieur N15 situé entre le niveau N2 et le niveau N5, avantageusement au sixième étage en partant du haut de la colonne 30.

[0089] La température du deuxième courant de reflux refroidi 120 est par exemple inférieure à -70°C et est notamment égale à -104.8°C.

[0090] Selon l'invention, le deuxième courant de reflux refroidi 120 est formé à partir d'un effluent 118 d'une turbine de détente dynamique 112, cet effluent 118 étant refroidi dans le deuxième échangeur thermique 28 avant d'être introduit dans la colonne 30.

[0091] Dans une variante non-conorme à l'invention et représentée en pointillés sur la Figure 2, la deuxième fraction 116 est prélevée dans l'échangeur 20 pour y être refroidie partiellement et partiellement liquéfiée.

[0092] La deuxième fraction 116 est alors introduite dans un ballon séparateur amont 122. La deuxième fraction 116 est séparée dans le ballon 122 en une deuxième fraction liquide de pied 124 et en une deuxième fraction gazeuse de tête 126.

[0093] La deuxième fraction de pied 124 est détendue dans une sixième vanne de détente statique 128 jusqu'à une pression inférieure à 40 bars et sensiblement égale à la pression de la colonne 30. Elle forme ainsi une deuxième fraction liquide détendue 130 qui est introduite à un niveau N16 de la colonne 30 situé entre le niveau N11 et le niveau N8, avantageusement au quinzième étage en partant du haut de la colonne 30.

[0094] La deuxième fraction de tête 126 est introduite dans la deuxième turbine de détente dynamique 112 pour former la deuxième fraction d'alimentation détendue 118.

[0095] Le rapport du débit molaire de la deuxième fraction de pied 124 à la deuxième fraction de tête 126 est inférieur à 0,2.

[0096] En outre, le courant de tête réchauffé 86 est séparé, à la sortie du premier échangeur thermique 20 en une première fraction 121A de courant de tête réchauffé envoyée au premier compresseur 32 et en une deuxième fraction 121B de courant de tête réchauffé envoyée au troisième compresseur 114. La fraction 121B est comprimée dans le troisième compresseur 114 jusqu'à une pression supérieure à 15 bars.

[0097] La fraction comprimée 121C obtenue à la sortie du troisième compresseur 114 est mélangée à la fraction comprimée 121D obtenue à la sortie du premier compresseur 32, avant leur introduction dans le premier réfrigérant 34.

[0098] Cette disposition en parallèle des compresseurs 32, 114 permet de pallier la panne de l'un ou de l'autre des compresseurs, sans avoir à stopper totalement l'installation.

[0099] Des exemples de température, de pression et de débit molaire des différents courants sont donnés dans le Tableau 2 ci-dessous.

TABLEAU 2

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
12	-108,7	61,6	1588
14	15,3	22,9	2055
16	30,0	62,0	15000
42	-32,0	61,0	12500
44	-32,0	61,0	10936
45	-32,0	61,0	1564
46	-32,0	61,0	645
48	-32,0	61,0	10291
49	-108,7	60,0	645

EP 2 452 140 B1

(suite)

5
10
15
20
25
30
35

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
52	-111,2	17,9	645
54	-81,4	18,4	10291
56	-85,0	17,9	10291
60	-35,0	36,5	1564
62	-35,0	36,5	448
64	-35,0	36,5	1116
68	-44,8	17,9	1116
72	-109,5	17,9	448
82	14,9	17,9	2055
84	-110,7	17,7	14534
86	25,1	16,7	14534
88	40,0	24,7	14534
90	40,0	63,1	14534
92	40,0	63,1	1588
96	-113,3	17,9	1588
115	30,0	62,0	12500
116	30,0	62,0	2500
118	-24,0	18,9	2500
120	-104,8	17,9	2500
121C	61,6	25,2	3829
121D	61,6	25,2	10704

[0100] La consommation globale du procédé, est encore réduite par rapport au premier procédé selon l'invention, pour valoir environ 13392 kW.

40 **[0101]** Dans une variante non représentée, le deuxième compresseur 36 comprend deux étages de compression séparés par un aéro-réfrigérant. L'arrangement ainsi obtenu permet une économie supplémentaire de puissance de 884 kW.

[0102] La puissance consommée par le compresseur 36 en fonction du débit de la deuxième fraction de courant d'alimentation 116 est donnée dans le tableau 3 ci-dessous.

45

TABLEAU 3

50
55

Récupération d'Ethane % mole	Débit vers la turbine 112 kmol/h	Puissance de la turbine 26 kW	Puissance de la turbine 112 kW	Puissance du compresseur 36 kW
99,20	1000	4111	546	13842
99,19	1500	3997	819	13567
99,20	2000	3904	1091	13446
99,18	2500	3812	1364	13392
99,19	3000	3721	1637	13425
99,20	3500	3631	1910	13534

EP 2 452 140 B1

[0103] D'après ce tableau, il est possible d'obtenir un gain de puissance d'au moins 7,6% par rapport au procédé décrit dans l'état de la technique.

[0104] En outre, pour un rapport de débit compris entre 4 et 6,5, entre le débit de la première fraction de courant d'alimentation 115 et de la deuxième fraction de courant d'alimentation 116, un minimum de puissance consommée est observé.

[0105] Une troisième installation selon l'invention 140 est représentée sur la Figure 3. Cette troisième installation est destinée à la mise en oeuvre d'un troisième procédé selon l'invention.

[0106] A la différence de la deuxième installation 110, le courant 54 issu de la première turbine de détente 26 est envoyé directement en reflux dans la colonne 30, au niveau N2, sans être refroidi, notamment dans le deuxième échangeur thermique 28.

[0107] Des exemples de température, de pression et de débit molaire des différents courants sont donnés dans le Tableau 4 ci-dessous.

TABLEAU 4

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
12	40,0	63,1	12951
14	16,7	23,2	2049
16	30,0	62,0	15000
42	-34,0	61,0	12000
44	-34,0	61,0	10392
45	-34,0	61,0	1608
46	-34,0	61,0	315
48	-34,0	61,0	10077
49	-108,3	60,0	315
52	-110,8	18,2	315
54	-83,7	18,2	10077
60	-35,0	36,0	1608
62	-35,0	36,0	503
64	-35,0	36,0	1104
68	-44,5	18,2	1104
72	-108,9	18,2	503
82	16,2	18,2	2049
84	-110,3	18,0	14821
86	23,6	17,0	14821
88	40,0	25,3	14821
90	40,0	63,1	14821
92	40,0	63,1	1870
96	-112,8	18,2	1870
115	30,0	62,0	12000
116	30,0	62,0	3000
118	-23,5	19,2	3000
120	-104,2	18,2	3000
121C	60,4	25,8	4514
121D	60,4	25,8	10307

EP 2 452 140 B1

[0108] Une quatrième installation 150 selon l'invention est représentée sur la Figure 4. Cette quatrième installation 150 est destinée à la mise en oeuvre d'un quatrième procédé selon l'invention.

[0109] Le quatrième procédé s'applique avantageusement à un courant d'alimentation 16 présentant des hydrocarbures lourds qui ont tendance à figer à basse température. Ces hydrocarbures lourds sont par exemple en C_6^+ . Ainsi, la concentration en hydrocarbures en C_6^+ est supérieure à 0,3% molaire dans le courant d'alimentation 16.

[0110] Un exemple de courant d'alimentation 16 pour la mise en oeuvre du quatrième procédé selon l'invention comprend en mole 2,06% d'azote, 83,97% de méthane, 6,31% d'éthane, 3,66% de propane, 0,7% d'isobutane, 1,5% de n-butane, 0,45% d'isopentane, 0,51% de n-pentane, 0,19% de n-hexane, 0,10% de n-heptane, 0,03% de n-octane, et 0,51% de dioxyde de carbone.

[0111] A la différence de la troisième installation 140, la quatrième installation 150 selon l'invention comprend un ballon séparateur aval 152 placé à la sortie de la deuxième turbine de détente 112.

[0112] Ainsi, le quatrième procédé selon l'invention diffère du troisième procédé selon l'invention en ce que la deuxième fraction d'alimentation refroidie 118 et partiellement liquéfiée est introduite dans le ballon aval 152.

[0113] Cette fraction 118 est séparée dans le ballon aval 152 en un troisième courant de pied liquide 154 et en un troisième courant de tête gazeux 156.

[0114] Le troisième courant de pied liquide 154 est introduit dans une sixième vanne de détente statique 128 pour y être détendue et former un troisième courant de pied détendu 158.

[0115] Le troisième courant de pied détendu 158 présente une température supérieure à 0°C et notamment égale à -23,3°C. Il présente une pression sensiblement égale à la pression de la colonne 30.

[0116] Le troisième courant de pied détendu 158 est introduit dans la colonne 30 à un niveau N16 situé entre le niveau N11 et le niveau N8, sensiblement au treizième étage en partant du haut de la colonne 30.

[0117] Le troisième courant de tête 156, qui forme une partie de l'effluent 118 issu de la deuxième turbine de détente dynamique 112 est introduit dans le deuxième échangeur 28 pour y être refroidi et partiellement liquéfié, avant de former un troisième courant de reflux refroidi 160.

[0118] La température du troisième courant de reflux refroidi 160 est inférieure à -70°C. Ce courant de reflux refroidi 160 est introduit dans la colonne 30 au niveau N15.

[0119] La mise en oeuvre du quatrième procédé selon l'invention est par ailleurs analogue à celle du troisième procédé selon l'invention.

[0120] Des exemples de température, de pression, et de débit molaire des différents courants sont donnés dans le Tableau 5 ci-dessous.

TABLEAU 5

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
12	40,0	63,1	12948
14	16,3	23,2	2052
16	30,0	62,0	15000
42	-34,2	61,0	12000
44	-34,2	61,0	10397
45	-34,2	61,0	1603
46	-34,2	61,0	662
48	-34,2	61,0	9735
49	-108,3	60,0	662
52	-110,8	18,2	662
54	-84,0	18,2	9735
60	-35,0	36,0	1603
62	-35,0	36,0	495
64	-35,0	36,0	1108
68	-44,2	18,2	1108
72	-108,9	18,2	495
82	15,9	18,2	2052

EP 2 452 140 B1

(suite)

5
10
15
20
25

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
84	-110,3	18,0	14597
86	25,1	17,0	14597
88	40,0	25,1	14597
90	40,0	63,1	14597
92	40,0	63,1	1649
96	-112,8	18,2	1649
115	30	62,0	12000
116	30,0	62,0	3000
118	-23,0	19,2	3000
154	-23,0	19,2	109
156	-23,0	19,2	2891
158	-23,3	18,2	109
160	-104,5	18,2	2891
121C	61,6	25,6	4577
121D	61,6	25,6	10019

[0121] La diminution de la puissance consommée par le deuxième compresseur 36 en fonction du débit introduit dans la deuxième turbine de détente dynamique 112 est donnée dans le tableau 6 ci-dessous.

30

TABLEAU 6

35
40

Récupération d'Ethane	Débit vers la turbine 112	Puissance de la turbine 26	Puissance de la turbine 112	Puissance du compresseur 36
% mole	kmol/h	kW	kW	kW
99,19	1000	3994	539	13772
99,18	1500	3851	809	13518
99,18	2000	3745	1078	13444
99,20	2500	3641	1348	13288
99,18	3000	3558	1617	13170
99,18	3500	3483	1887	13216

45
50
55

[0122] Le quatrième procédé selon l'invention permet avantageusement de traiter des charges comprenant des composés se solidifiant à très basse température, tout en conservant un excellent rendement d'extraction et une consommation énergétique très basse.

[0123] Une cinquième installation 170 est représentée sur la Figure 5. Cette cinquième installation 170 est destinée à la mise en oeuvre d'un cinquième procédé.

[0124] La cinquième installation 170 diffère de la première installation 10 en ce qu'elle comprend une vanne 172 de dérivation d'une partie du courant de soutirage 92 pour dériver cette partie en amont de la première turbine de détente dynamique 26.

[0125] Dans l'exemple représenté sur la Figure 5, le deuxième compresseur 36 comprend en outre deux étages de compression 36A, 36B séparés par un aéro-réfrigérant 38A.

[0126] La mise en oeuvre du cinquième procédé diffère de la mise en oeuvre du premier procédé en ce qu'un courant de refroidissement d'appoint 174 est prélevé dans le courant de soutirage 25 obtenu après son passage dans le premier échangeur thermique 20. Le rapport du débit molaire du courant 174 au débit molaire du courant de soutirage 25 avant prélèvement, est compris entre 5 et 50%.

EP 2 452 140 B1

[0127] Le cinquième procédé a un courant d'alimentation 16 dont la teneur en hydrocarbures en C_2^+ est avantageusement supérieure à 15 %.

[0128] Un exemple de composition du courant 16 pour la mise en oeuvre du cinquième procédé selon l'invention comprend en mole 0,35% d'azote, 80,03% de méthane, 11,33% d'éthane, 3,60% de propane, 1,64% d'isobutane, 2,00% de n-butane, 0,24% d'isopentane, 0,19% de n-pentane, 0,19% de n-hexane, 0,10% de n-heptane, 0,03% de n-octane, et 0,30% de dioxyde de carbone.

[0129] La température de la coupe C_2^+ de fond de la colonne de distillation 30 étant sensiblement égale à -0.5°C , elle est avantageusement réchauffée.

[0130] Le courant de refroidissement d'appoint 174 est prélevé en aval du premier échangeur 20 et en amont du deuxième échangeur 28.

[0131] Le courant 174 est introduit dans la vanne de détente 172 pour y être détendu jusqu'à une pression équivalente à celle du gaz d'alimentation et former un courant de refroidissement d'appoint détendu 176. Le courant 176 est réintroduit dans la fraction d'alimentation de turbine 48, en amont de la première turbine de détente dynamique 26, et en aval du point de séparation entre la fraction d'alimentation de colonne 46 et la fraction d'alimentation de turbine 48.

[0132] La combinaison 178 des courants 48 et 176 permet de récupérer 5500 kW d'énergie pour refroidir l'effluent 54.

[0133] En outre, le courant 88 partiellement comprimé est introduit dans le premier étage de compression 36A pour y être comprimé puis dans l'aéro-réfrigérant 38A, avant d'entrer dans le deuxième étage de compression 36B.

[0134] Ceci permet d'obtenir un gain notable en terme de puissance consommée.

[0135] Des exemples de température, de pression, et de débit molaire des différents courants sont donnés dans le Tableau 7 ci-dessous.

TABLEAU 7

Courant	Température ($^\circ\text{C}$)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
12	40,0	63,1	12078
14	1,0	31,9	2922
16	40,0	62,0	15000
42	-24,0	61,0	15000
44	-24,0	61,0	12635
45	-24,0	61,0	2365
46	-24,0	61,0	2100
48	-24,0	61,0	10535
49	-112,3	60,0	2100
52	-112,0	15,0	2100
54	-82,4	15,0	12535
56	-93,3	15,0	12535
60	-38,0	39,7	2365
62	-38,0	39,7	423
64	-38,0	39,7	1942
68	-54,1	15,0	1942
72	-112,4	15,0	423
82	-0,5	15,0	2922
84	-114,4	14,8	15648
86	37,3	13,8	15468
88	40,0	19,9	15468
90	40,0	63,1	15468
92	40,0	63,1	3390

EP 2 452 140 B1

(suite)

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
96	-115,6	15,0	1390
174	-45,0	62,6	2000
176	-46,1	61,0	2000
178	-27,4	61,0	12535

[0136] La diminution de la puissance du deuxième compresseur 36 en fonction du débit recyclé vers la première turbine de détente dynamique 26 est illustrée par le Tableau 8 ci-dessous.

TABLEAU 8

Récupération d'Ethane % mole	Débit vers la turbine 26 kmol/h	Puissance de la turbine 26 kW	Température du courant 56 °C	Puissance du compresseur 36 kW
99,18	0	5383	-85,7	17506
99,19	200	5419	-85,7	17159
99,18	500	5444	-86,7	16967
99,20	800	5459	-88,2	16847
99,19	1100	5475	-89,7	16758
99,18	1700	5493	-92,1	16658
99,17	2000	5499	-93,2	16650
99,19	2100	5498	-93,6	16665

[0137] Une diminution de 4,9% de la puissance du deuxième compresseur 36 est observée par rapport au premier procédé, qui lui-même représente un gain de 5,2% par rapport à l'état de la technique mis en oeuvre sur ce gaz lourd.

[0138] Une sixième installation est représentée sur la Figure 6. Cette sixième installation 180 diffère de la cinquième installation 150 par la présence d'une turbine de détente dynamique aval 182 accouplée à un compresseur aval 184.

[0139] A la différence du cinquième procédé, un courant de détente auxiliaire 186 est prélevé dans le courant de tête comprimé 90 issu de l'aéro-réfrigérant 38 en parallèle du courant de soutirage 92.

[0140] Le courant de détente auxiliaire 186 est convoyé jusqu'à la turbine de détente dynamique aval 182 pour y être détendu à une pression inférieure à 40 bars et sensiblement égale à 15,3 bars.

[0141] Le courant de détente auxiliaire détendu 188 issu de la turbine 182 est ensuite réintroduit dans le courant de tête 190, en amont du premier échangeur thermique 20 et en aval du deuxième échangeur thermique 28.

[0142] Par ailleurs, comme dans le quatrième procédé selon l'invention, le courant 86 issu du premier échangeur thermique 20 est séparé en une première fraction de recompression 121A qui est envoyée vers le premier compresseur 32 et en une deuxième fraction de compression 121B qui est envoyée vers le compresseur aval 184.

[0143] Le rapport du débit molaire du courant de détente auxiliaire 186 au courant de tête comprimé 90 issu du réfrigérant 38 est inférieur à 30% et est sensiblement compris entre 10 et 30 %.

[0144] Des exemples de température, de pression et de débit molaire des différents courants sont donnés dans le Tableau 9 ci-dessous.

TABLEAU 9

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
12	40,0	63,1	12076
14	3,8	31,9	2924
16	40,0	62,0	15000
42	-31,0	61,0	15000

EP 2 452 140 B1

(suite)

5

10

15

20

25

30

35

40

45

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
44	-31,0	61,0	11946
45	-31,0	61,0	3054
46	-31,0	61,0	1905
48	-31,0	61,0	10041
49	-110,9	60,0	1905
52	-110,7	16,0	1905
54	-82,4	16,0	10091
56	-89,9	15,9	10091
60	-38,0	39,7	3054
62	-38,0	39,7	795
64	-38,0	39,7	2259
68	-53,7	16,0	2259
72	-110,5	16,0	795
82	2,4	16,0	2924
84	-112,9	15,8	13126
86	33,5	14,8	16126
88	40	22,1	16126
90	40,0	63,1	16126
92	40,0	63,1	1050
96	-114,0	16,0	1000
174	-45,0	62,6	50
176	-46,1	61,0	50
178	-31,1	61,0	10091
186	40,0	63,1	3000
188	-43,4	15,3	3000
190	-43,4	15,3	16126
121C	71,5	22,6	5328
121D	71,5	22,6	10798

[0145] La diminution de la puissance du compresseur 36 en fonction du débit envoyé à la première turbine 32 et du débit envoyé à la turbine aval 182 est décrite dans le Tableau 10 ci-dessous.

[0146] La consommation globale du procédé est encore réduite par rapport au cinquième procédé, pour valoir 15716 kW, alors que cette consommation était de 16650 kW pour le cinquième procédé.

50

TABLEAU 10

55

Débit recyclé à la turbine 26 kmol/h	Puissance de la turbine 26 kW	Débit à la turbine auxiliaire 182 kmol/h	Puissance de la turbine 182 kW	Pression de la colonne 30 bar	Puissance du compresseur 36 kW
2000	5499	0	0	15	16650
1200	4733	1500	1031	15.4	16221

EP 2 452 140 B1

(suite)

Débit recyclé à la turbine 26 kmol/h	Puissance de la turbine 26 kW	Débit à la turbine auxiliaire 182 kmol/h	Puissance de la turbine 182 kW	Pression de la colonne 30 bar	Puissance du compresseur 36 kW
50	4085	3000	2015	16	15716

[0147] La récupération d'éthane est sensiblement égale à 99,18% dans les trois cas.

[0148] Dans une variante, l'installation 180 comprend une deuxième vanne de dérivation 192 propre à envoyer une partie du flux 54 vers la colonne 30 sans être refroidie, notamment dans le deuxième échangeur thermique 28.

[0149] Une fraction du courant 54 peut donc être prélevée et passer dans la vanne 192 avant d'être réintroduite dans la fraction 56.

[0150] Une septième installation 200 selon l'invention est représentée sur la Figure 7. A la différence de la cinquième installation 170 représentée sur la Figure 5, la septième installation comprend, comme dans la quatrième installation 150, un ballon séparateur aval 152 qui reçoit la deuxième fraction d'alimentation détendue 118 après son passage dans la deuxième turbine de détente 112.

[0151] Comme dans la quatrième installation 150, le troisième courant de tête 156 passe dans le deuxième échangeur 28 pour y être refroidi et partiellement liquéfié et former un courant de reflux refroidi 160.

[0152] Le courant de pied 154 issu du ballon aval 152 est détendu dans la sixième vanne de détente statique 128 pour former un courant détendu 158 qui est introduit dans une partie basse de la colonne 30.

[0153] Comme dans la sixième installation 180, l'installation comprend une dérivation munie d'une vanne 192 qui permet de faire passer une partie de l'effluent 54 issu de la première turbine 26 directement dans la colonne 30 sans passer par le deuxième échangeur 28.

[0154] Le septième procédé est par ailleurs mis en oeuvre de manière analogue à celui du cinquième procédé selon l'invention.

[0155] Des exemples de température, de pression, et de débit molaire sont donnés dans le Tableau 11 ci-dessous.

TABLEAU 11

Courant b	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
12	40,0	63,1	12075
14	-2,2	32,0	2925
16	40,0	62,0	15000
25	-42,0	62,6	2710
42	-31,7	61,0	12000
44	-31,7	61,0	9498
45	-31,7	61,0	2502
46	-31,7	61,0	257
48	-31,7	61,0	9241
49	-114,0	60,0	257
52	-114,2	14,0	257
54	-89,4	14,0	10441
56	-89,4	14,0	10441
60	-36,0	36,0	2502
62	-36,0	36,0	828
64	-36,0	36,0	1674
68	-50,9	14,0	1674
72	-113,6	14,0	828

EP 2 452 140 B1

(suite)

5
10
15
20
25
30

Courant b	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
82	-3,7	14,0	2925
84	-116,0	13,8	14785
86	30,9	12,8	14785
88	40,0	20,5	14785
90	40,0	63,1	14785
92	40,0	63,1	2710
96	-117,3	14,0	1510
115	40,0	62,0	12000
116	40,0	62,0	3000
118	-25,3	14,5	3000
154	-25,3	14,5	118
156	-25,3	14,5	2882
158	-25,5	14,0	118
160	-108,8	14,0	2882
174	-42,0	62,6	1200
176	-43,0	61,0	1200
178	-33,0	61,0	10441
121C	75,3	21	4566
121D	75,3	21	10220

35

[0156] La diminution de la puissance du deuxième compresseur 36 en fonction de l'augmentation du débit recyclé vers la première turbine de détente 26, en fixant le débit recyclé vers la deuxième turbine de détente 112 est illustré par le Tableau 12 ci-dessous.

TABLEAU 12

40
45

Récupération d'Ethane	Débit recyclé à la turbine 26	Puissance de la turbine 26	Puissance du compresseur 36	Débit à la turbine auxiliaire 112
% mole	kmol/h	kW	kW	kmol/h
99.20	700	4491	15763	3000
99.19	1000	4531	15530	3000
99.20	1200	4543	15507	3000
99.19	1500	4578	15596	3000

50
55

[0157] On peut constater une diminution de 6.9% de la puissance fournie au deuxième compresseur 36 par rapport à l'installation représentée sur la Figure 5.

[0158] Une huitième installation 210 selon l'invention est représentée sur la Figure 8. Cette huitième installation 210 est destinée à la mise en oeuvre d'un huitième procédé selon l'invention.

[0159] La huitième installation 210 est destinée avantageusement à une augmentation de capacité d'une installation du type décrit dans le brevet US 6,578,379 et comprenant le premier échangeur thermique 20, le premier ballon séparateur 22, le deuxième ballon séparateur 24, la colonne de distillation 30, le premier compresseur 32 accouplé à la première turbine de détente 26 et le deuxième compresseur 36.

[0160] Comme dans l'installation représentée sur la Figure 4, la huitième installation 210 comprend en outre une deuxième turbine de détente dynamique 112 et un troisième compresseur 114, un ballon aval 152 pour recueillir l'effluent

EP 2 452 140 B1

de la deuxième turbine de détente dynamique 112. L'installation 210 comprend de plus un échangeur thermique amont 212, un échangeur thermique aval 214, une colonne auxiliaire de distillation 216 munie d'une pompe auxiliaire de fond 218.

[0161] La huitième installation 210 comprend également un quatrième compresseur 220 interposé entre deux aéro-réfrigérants 222A, 222B.

[0162] Le huitième procédé selon l'invention diffère du quatrième procédé selon l'invention en ce que le courant d'alimentation 16 est en outre séparé en une troisième fraction de courant d'alimentation 224 qui est introduite dans l'échangeur thermique amont 212, avant de former avec la première fraction 115 issue de l'échangeur 20 la première fraction 42 refroidie.

[0163] Le rapport du débit molaire de la troisième fraction 224 au débit molaire du courant d'alimentation 16 est supérieur à 5%.

[0164] A la différence du quatrième procédé, le troisième courant de tête 156 issu du ballon aval 152 est introduit dans l'échangeur thermique aval 214 pour y être refroidi à une température inférieure à -70°C et former le troisième courant de tête refroidi 160.

[0165] Le troisième courant de tête refroidi 160 est introduit dans la colonne auxiliaire 216 à un étage inférieur E1.

[0166] La colonne 216 présente un nombre d'étages théoriques inférieur au nombre d'étages théoriques de la colonne 30. Ce nombre d'étage est avantageusement compris entre 1 et 7. La colonne auxiliaire 216 opère à une pression sensiblement égale à celle de la colonne 30.

[0167] Le courant de pied détendu 158 obtenu après détente du courant de pied 154 dans la vanne 128 et la fraction liquide de pied 68 obtenue après détente de la fraction de pied 64 dans la vanne 66 sont mélangés en amont de la colonne 30 pour être introduits en un même point dans la colonne 30. Les deux courants mélangés 226 sont introduits dans la colonne 30 à un niveau N3 correspondant avantageusement au douzième étage depuis le haut de la colonne 30.

[0168] La fraction vapeur de tête 62 issue du deuxième ballon séparateur 24 est introduite, après passage dans la vanne 70, à un étage moyen E2 de la colonne auxiliaire 216 situé au dessus de l'étage E1.

[0169] Une première partie 227 de la fraction 52 détendue dans la vanne 50 est introduite dans la colonne auxiliaire 216 à un étage E3 situé au-dessus du niveau E2. Une deuxième partie 228 de la fraction 52 est introduite directement dans la colonne 30 au niveau N1.

[0170] La colonne auxiliaire 216 produit un courant auxiliaire de tête 230 riche en méthane 230 et un courant auxiliaire de pied 232.

[0171] Le courant auxiliaire de tête 230 est mélangé au courant de tête 84 riche en méthane produit par la colonne de distillation 30.

[0172] Le courant de pied 232 est pompé par la pompe auxiliaire 218 pour former un courant de reflux refroidi 234 qui est introduit dans la colonne 30 au niveau N5.

[0173] Le courant 234 constitue donc un courant de reflux refroidi qui est obtenu à partir d'une partie d'un effluent 118 d'une turbine de détente dynamique 112, après séparation de cet effluent.

[0174] Le mélange 235 des courants de tête 84 et 230 est séparé en une première fraction majoritaire 236 de courant de tête et en une deuxième fraction minoritaire 238 de courant de tête.

[0175] Le rapport du débit molaire de la fraction majoritaire 236 à la fraction minoritaire 238 est supérieur à 1,5.

[0176] La fraction majoritaire 236 est introduite successivement dans le deuxième échangeur thermique 28, puis dans le premier échangeur thermique 20, afin de former le courant de tête réchauffé 86 introduit dans le premier compresseur 32.

[0177] La deuxième fraction 238 de courant de tête est passée dans l'échangeur thermique aval 214 à contre-courant du troisième courant de tête 156 pour s'y réchauffer jusqu'à une température supérieure à -50 °C et former une deuxième fraction réchauffée 240.

[0178] La deuxième fraction réchauffée 240 est ensuite séparée en un courant de retour 242, et en un courant de compression 244.

[0179] Le courant de retour 242 est réintroduit dans la première fraction 236 de courant de tête, en aval du deuxième échangeur 28 et en amont du premier échangeur 20 pour former en partie le courant de tête 86 réchauffé.

[0180] Le courant de recompression 244 est ensuite introduit dans l'échangeur amont 212 pour refroidir la troisième fraction du courant d'alimentation 224. Le courant 244 se réchauffe jusqu'à une température supérieure à -10°C pour former un courant de recompression réchauffé 246.

[0181] Une première partie 248 du courant de recompression 246 est mélangée à la première fraction du courant de tête 236, en aval du premier échangeur thermique 20 pour former le courant de tête réchauffé 86.

[0182] Une deuxième partie 250 du courant de recompression 246 est introduite dans le troisième compresseur 114, puis dans l'aéro-réfrigérant 222A, avant d'être recomprimée dans le quatrième compresseur 220 et d'être introduite dans l'aéro-réfrigérant 222B.

[0183] La deuxième partie comprimée 252 issue de l'aéro-réfrigérant 222B présente une température inférieure à 60°C et notamment sensiblement égale à 40°C et une pression supérieure à 35 bars et notamment égale à 63,1 bars.

[0184] Cette première partie comprimée 252 est mélangée avec le courant de tête comprimé 90 en aval du point de

EP 2 452 140 B1

piquage du courant de soutirage 92 pour former le courant riche en méthane 12.

[0185] A la différence du premier procédé, l'échangeur thermique 28 ne reçoit pas de courant de rebouillage issu de la colonne 30.

[0186] Dans une variante représentée partiellement en pointillés sur la Figure 8, un courant de refroidissement auxiliaire 174 est prélevé dans le courant de soutirage 92 en amont de l'échangeur 28 comme dans le cinquième procédé.

[0187] La huitième installation 210 et le huitième procédé selon l'invention permettent donc d'augmenter la capacité d'une installation de l'état de la technique existante pour augmenter le débit du courant d'alimentation 16, sans avoir à modifier les équipements existants de l'installation, et notamment en conservant les échangeurs thermiques 20, 28, la colonne 30, les compresseurs 32, 36 et la turbine 26 identiques et en utilisant les entrées déjà présentes sur la colonne 30.

[0188] Des exemples de température, de pression, et de débit molaire des différents courants sont donnés dans le Tableau 13 ci-dessous, pour une charge comprenant en mole 2,06% d'azote, 83,97% de méthane, 6,31% d'éthane, 3,66% de propane, 0,71% d'isobutane, 1,49% de n-butane, 0,44% d'iso-pentane, 0,5% de n-pentane, 0,19% de n-hexane, 0,10% de n-heptane, 0,03% de n-octane, et 0,5% de dioxyde de carbone.

TABLEAU 13

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
12	40,0	63,1	14880
14	14,0	22,6	2367
16	30,0	62,0	17250
42	-31,0	61,0	13950
44	-31,0	61,0	12280
45	-31,0	61,0	1671
46	-31,0	61,0	1689
48	-31,0	61,0	10590
49	-109,8	60,0	1689
54	-82,0	17,6	10590
60	-36,0	44,0	1671
62	-36,0	44,0	299
64	-36,0	44,0	1372
68	-47,8	17,6	1372
72	-110,8	17,6	299
82	13,6	17,6	2367
84	-111,3	17,4	14498
86	27,6	16,4	14350
88	40,0	22,3	14350
90	40,0	63,1	14350
92	40,0	63,1	2100
96	-113,7	17,6	2100
115	30,0	62,0	12450
116	30,0	62,0	3300
118	-24,2	18,6	3300
154	-24,2	18,6	122
156	-24,2	18,6	3178
158	-24,5	17,6	122

EP 2 452 140 B1

(suite)

5
10
15
20
25

Courant	Température (°C)	Pression (bars)	Débit (kgmol/h)
160	-100,7	17,6	3178
224	30,0	62,0	1500
226	-111,6	17,6	1679
228	-111,6	17,6	10
230	-109,6	17,6	2485
232	-106,0	17,7	2672
235	-111,1	17,4	16983
236	-111,1	17,4	11306
238	-111,1	17,4	5677
240	-30,7	16,9	5677
242	-30,7	16,9	2302
244	-30,7	16,9	3375
246	18,7	16,4	3375
248	18,7	16,4	745
250	18,7	16,4	2630
252	40,0	63,1	2630

30

[0189] Le Tableau 14 ci-dessous illustre l'augmentation progressive du débit du courant d'alimentation 16. La récupération des C₂⁺ dans le courant 14 est supérieure à 99% et sensiblement égale à 99,1%. La puissance du compresseur 36 est maintenue constante à 14896 kW.

TABLEAU 14

35
40

Débit d'alimentation %	Puissance de la turbine 26 kW	Débit vers la turbine 112 kgmol/h	Puissance de la turbine 112 kW	Puissance du compresseur 220 kW	Pression de la colonne 30 bara
100	4382	0	0	0	18,0
109	4160	2000	1086	529	18,0
115	4095	3300	1832	1415	17,4
120	4131	3950	2256	2588	16,7

45
50
55

[0190] Pour conserver la même récupération en C₂⁺ que l'unité existante, la pression de la colonne 30 est légèrement diminuée. La présence du nouveau compresseur 220 permet de conserver identique la puissance du deuxième compresseur 36, malgré l'augmentation de débit.

[0191] En outre, la capacité de la première turbine de détente 26 a été conservée constante. La turbine 112 est utilisée pour traiter l'ajout de capacité.

[0192] La présence d'une colonne auxiliaire 216 permet également d'éviter l'engorgement de la colonne 30 lors de l'augmentation de débit. La présence du ballon auxiliaire 152 évite en outre le problème de figeage des lourds contenus dans le courant d'alimentation.

[0193] En variante, la huitième installation 210 selon l'invention permet de traiter un courant d'alimentation 16 contenant plus d'hydrocarbures en C₂⁺.

[0194] Un tel courant présente par exemple une composition comprenant en mole, 1% d'azote, 86,25% de méthane, 5,78% d'éthane, 2,99% de propane, 0,71% d'isobutane, 1,49% de n-butane, 1,28% d'hydrocarbures en C₅⁺, et 0,5% de dioxyde de carbone, ce qui constitue la charge initiale qui sera par la suite alourdie en C₂⁺, suivant le tableau 15 ci-

dessous.

[0195] Plus généralement, la composition enrichie présente plus de 1 % molaire d'hydrocarbures en C₅⁺.

[0196] La huitième installation selon l'invention permet de conserver une récupération d'éthane supérieure à 99%, notamment égale à 99,2%, une température et une pression du courant d'alimentation 16 sensiblement identiques. De même, les pertes de charges allouées dans les équipements, l'efficacité des plateaux dans la colonne 30 et la position des soutirages, la spécification maximale en méthane du courant de fond 82 de la colonne 30, les efficacités des turbines et des compresseurs, la puissance du deuxième compresseur 36 et de la turbine 26 existante et les coefficients d'échanges thermiques des échangeurs existants 20 et 28 sont conservés identiques.

[0197] Comme illustré par le Tableau 15 ci-dessous, il est possible de conserver une récupération en C₂⁺ sensiblement identique à celle de l'état de la technique malgré l'augmentation de la teneur en hydrocarbures en C₂⁺.

[0198] La récupération des C₂⁺ dans le courant 12 est supérieure à 99% en mole, avantageusement égale à 99,2% en moles. La puissance du compresseur 36 est maintenue constante à 13790 kW. La pression de la colonne 30 diminue légèrement avec l'augmentation de la teneur en C₂⁺, de 19,0 bars, à 18,6 bars puis à 17,8 bars.

TABLEAU 15

Débit de coupe 14 riche en C ₂ ⁺ kgmol/h	Puissance de la turbine 26 kW	Débit vers la turbine 112 kgmol/h	Puissance de la turbine 112 kW	Puissance du compresseur 220 kW
1872	4111	0	0	0
1970	4024	950	502	0
2051	3829	1840	1005	383

[0199] Le nouveau compresseur 220 permet d'obtenir ainsi un gaz traité riche en méthane 12 aux mêmes conditions que dans l'état de la technique.

[0200] Dans une variante des Figures 5 et 6 conformément à l'invention, l'installation comprend une deuxième turbine de détente dynamique 112, comme représenté sur les Figures 2, 3, 4, 7 ou 8.

[0201] Le courant d'alimentation 16 est alors séparé en une première fraction 115 du courant d'alimentation et en une deuxième fraction 116 du courant d'alimentation, qui chemine comme décrit plus haut en référence aux Figures 2, 3, 4, 7 ou 8.

Revendications

1. Procédé de production d'un courant (12) riche en méthane et d'un courant (14) riche en hydrocarbures en C₂⁺ à partir d'un courant d'alimentation (16) contenant des hydrocarbures, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- séparation du courant d'alimentation (16) en une première fraction (115) du courant d'alimentation et en au moins une deuxième fraction (116) du courant d'alimentation,
- introduction de la première fraction (115) du courant d'alimentation dans le premier échangeur thermique (20) ;
- refroidissement de la première fraction (115) du courant d'alimentation dans le premier échangeur thermique (20) ;
- introduction de la première fraction du courant d'alimentation refroidi (42) dans un premier ballon séparateur (22) pour produire un courant léger (44) de tête et un courant lourd (45) de pied ;
- division du courant léger (44) de tête en une fraction (48) d'alimentation de turbine et en une fraction (46) d'alimentation de colonne ;
- détente de la fraction d'alimentation de turbine (48) dans une première turbine (26) de détente dynamique et introduction d'au moins une partie (56 ; 54) de la fraction détendue (54) dans la première turbine (36) dans une partie moyenne d'une première colonne de distillation (30) ;
- refroidissement et condensation au moins partielle de la fraction (46) d'alimentation de colonne dans un deuxième échangeur thermique (28), détente et introduction de la fraction d'alimentation de colonne refroidie dans une partie haute de la première colonne de distillation (30) ;
- détente et vaporisation partielle du courant lourd (45) de pied dans le premier échangeur thermique (20) et introduction du courant lourd (45) de pied détendu dans un deuxième ballon séparateur (24) pour produire une fraction gazeuse de tête (62) et une fraction liquide de pied (64) ;
- détente de la fraction liquide de pied (64) et introduction dans la partie moyenne de la première colonne de

distillation (30) ;

- refroidissement et condensation au moins partielle de la fraction gazeuse de tête (62) dans le deuxième échangeur thermique (28) et introduction dans la partie haute de la première colonne de distillation (30) ;
- récupération d'un courant (82) de fond de colonne au pied de la première colonne de distillation (30), le courant (14) riche en hydrocarbures en C_2^+ étant formé à partir du courant de fond de colonne (82) ;
- récupération et réchauffage d'un courant (84) de tête de colonne riche en méthane,
- compression d'au moins une fraction du courant de tête de colonne (84) dans au moins un premier compresseur (32) accouplé à la première turbine de détente dynamique (26) et dans au moins un deuxième compresseur (36) ;
- formation du courant riche en méthane (12) à partir du courant (90) de tête de colonne réchauffé et comprimé ;
- prélèvement d'un courant de soutirage (92) dans le courant de tête de colonne (90) ;
- refroidissement et introduction du courant de soutirage refroidi (96) dans une partie haute de la première colonne de distillation (30) ;

le procédé comprenant les étapes suivantes :

- introduction de la totalité de la deuxième fraction du courant d'alimentation (116) dans une deuxième turbine (112) de détente dynamique, distincte de la première turbine de détente dynamique (26), sans refroidissement entre l'étape de séparation du courant d'alimentation et l'étape d'introduction de la deuxième fraction du courant d'alimentation dans la deuxième turbine de détente dynamique (112),
- formation d'un courant de reflux refroidi (160 ; 234) à partir d'au moins une partie d'un effluent (118) issu d'une turbine de détente dynamique (112) la fraction détendue (118) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (112) formant l'effluent issu de la turbine de détente dynamique,

la partie de l'effluent issu de la turbine de détente dynamique étant refroidie et au moins partiellement liquéfiée dans un échangeur thermique (28 ; 214) pour former le courant de reflux refroidi (160 ; 234),

- introduction du courant de reflux refroidi (160 ; 234) issu de l'échangeur thermique (28 ; 214) dans la première colonne de distillation (30).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :

- prélèvement d'un courant (80) de rebouillage dans la première colonne de distillation (30) à un niveau de prélèvement ;
- mise en relation d'échange thermique du courant de rebouillage (80) avec la partie de l'effluent issu d'une turbine de détente dynamique dans l'échangeur thermique (28) pour refroidir et au moins partiellement liquéfier la partie de l'effluent issu de la turbine de détente dynamique, et
- réintroduction du courant de rebouillage (80) dans la première colonne de distillation (30) à un niveau inférieur au niveau de prélèvement.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le procédé comprend l'introduction de la fraction détendue (54) issue de la première turbine de détente dynamique (26) dans le deuxième échangeur thermique (28) pour y être refroidie et partiellement liquéfiée, la fraction détendue refroidie formant un courant de reflux refroidi auxiliaire (56), le procédé comprenant l'introduction du courant de reflux refroidi auxiliaire (56) dans une partie moyenne de la première colonne de distillation.

4. Procédé selon la revendication l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :

- introduction de la fraction détendue (118) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (112) dans un ballon séparateur aval (152) pour former un troisième courant de tête gazeux (156) et un troisième courant de pied liquide (154),
- refroidissement du troisième courant de tête gazeux (156) dans l'échangeur thermique (28 ; 214) pour former le courant de reflux refroidi (160).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le troisième courant de tête gazeux (156) est introduit, après refroidissement, dans une colonne de distillation auxiliaire (216), le courant de reflux refroidi (234) étant formé à partir du courant de pied (232) de la colonne de distillation auxiliaire (216).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :

- prélèvement d'une fraction secondaire (121B) de compression dans le courant de tête de colonne riche en méthane (86), avant le passage du courant de tête de colonne riche en méthane (86) dans le premier compresseur (32),
- passage de la fraction secondaire de compression (121B) dans un troisième compresseur (114) accouplé à la deuxième turbine de détente dynamique (112) ;
- introduction de la fraction secondaire de compression comprimée (121C) issue du troisième compresseur (114) dans le courant de tête de colonne comprimé, en aval du premier compresseur (32).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :

- prélèvement d'un courant (174) de refroidissement d'appoint dans le courant de tête de colonne riche en méthane (84, 86, 88, 90) ou dans un courant (92) formé à partir du courant de tête de colonne riche en méthane (84, 86, 88, 90)
- détente et introduction du courant de refroidissement d'appoint détendu (176) dans un courant (42, 48) circulant en amont de la première turbine de détente (26), avantageusement dans la première fraction du courant d'alimentation refroidie (42) ou dans la fraction d'alimentation de turbine (48).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :

- passage du courant de tête de colonne riche en méthane (84) dans le premier échangeur thermique (20) ;
- prélèvement d'un courant de détente auxiliaire (121B) dans le courant de tête de colonne riche en méthane (84), après son passage dans le premier échangeur thermique (20) ;
- détente dynamique du courant de détente auxiliaire (121B) dans une turbine auxiliaire (182) de détente dynamique ;
- introduction du courant détendu (121C) issu de la turbine auxiliaire (182) de détente dynamique dans le courant de tête de colonne riche en méthane (84), avant son passage dans le premier échangeur thermique (20).

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce le deuxième compresseur (36) comprend un premier étage (36A) de compression, au moins un deuxième étage (36B) de compression et un réfrigérant (38A) interposé entre le premier étage de compression (36A) et le deuxième étage de compression (36B), le procédé comprenant une étape de passage du courant de tête de colonne comprimé (88) issu du premier compresseur (32) successivement dans le premier étage de compression (36A), dans le réfrigérant (38A), puis dans le deuxième étage de compression (36B).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la partie de l'effluent (54 ; 118) issu de la turbine de détente dynamique, le courant de tête de colonne (84), la fraction d'alimentation de colonne (46), et la fraction gazeuse de tête (62), sont placés en relation d'échange thermique dans le deuxième échangeur thermique (28).

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**au moins une fraction (238) du courant de tête (84) de colonne et la partie de l'effluent (118) de la turbine de détente dynamique sont placés en relation d'échange thermique dans un échangeur thermique aval (214) distinct du deuxième échangeur thermique (28).

12. Installation de production d'un courant (12) riche en méthane et d'un courant (14) riche en hydrocarbures en C₂⁺ à partir d'un courant (16) d'alimentation contenant des hydrocarbures, du type comprenant :

- des moyens de séparation du courant d'alimentation (16) en une première fraction (115) du courant d'alimentation et en au moins une deuxième fraction (116) du courant d'alimentation,
- un premier échangeur thermique (20) pour refroidir au moins la première fraction (115) du courant d'alimentation (16) ;
- des moyens d'introduction de la première fraction (115) du courant d'alimentation dans le premier échangeur thermique (20) ;

EP 2 452 140 B1

- un premier ballon séparateur (22) et des moyens d'introduction de la première fraction du courant d'alimentation refroidi (42) dans le premier ballon séparateur (22) pour produire un courant léger de tête (44) et un courant lourd de pied (45) ;
- des moyens de division du courant léger de tête (44) en une fraction (48) d'alimentation de turbine et en une fraction (46) d'alimentation de colonne ;
- une première colonne de distillation (30) ;
- des moyens de détente de la fraction d'alimentation de turbine (48) comprenant une première turbine (26) de détente dynamique et des moyens d'introduction d'au moins une partie (56) de la fraction (54) détendue dans la première turbine (26) dans une partie moyenne de la première colonne de distillation (30) ;
- des moyens de refroidissement et de condensation au moins partielle de la fraction d'alimentation de colonne (46) comprenant un deuxième échangeur thermique (28) et des moyens de détente et d'introduction de la fraction d'alimentation de colonne refroidie (52) dans une partie haute de la première colonne de distillation (30) ;
- des moyens (58) de détente et des moyens de vaporisation partielle du courant lourd de pied (60) comprenant le premier échangeur thermique (20) ;
- un deuxième ballon séparateur (24) et des moyens d'introduction du courant lourd de pied (60) dans le deuxième ballon séparateur pour produire une fraction gazeuse de tête (62) et une fraction liquide de pied (64) ;
- des moyens (66) de détente de la fraction liquide de pied (64) et des moyens d'introduction dans la partie moyenne de la première colonne de distillation (30) ;
- des moyens de refroidissement et de condensation au moins partielle de la fraction gazeuse de tête (62) comprenant le deuxième échangeur thermique (28) et des moyens d'introduction de la fraction gazeuse de tête (62) dans la partie haute de la première colonne de distillation (30) ;
- des moyens de récupération d'un courant (82) de fond de colonne au pied de la première colonne de distillation (30), et des moyens de formation du courant (14) riche en hydrocarbures en C_2^+ à partir du courant de fond de colonne (82) ;
- des moyens de récupération et de réchauffage d'un courant (84) de tête de colonne riche en méthane, à la tête de la première colonne de distillation (30) ;
- des moyens de compression d'au moins une fraction du courant de tête de colonne comprenant au moins un premier compresseur (32) accouplé à la première turbine de détente dynamique (26) et au moins un deuxième compresseur (36) ;
- des moyens de formation du courant riche en méthane (12) à partir du courant de tête de colonne réchauffé et comprimé (90) ;
- des moyens de prélèvement dans le courant de tête de colonne (84, 86, 88, 90) d'un courant de soutirage (92),
- des moyens de refroidissement et d'introduction du courant de soutirage refroidi dans une partie haute de la première colonne de distillation (30) ;

l'installation comprenant :

- une deuxième turbine de détente dynamique (112) distincte de la première turbine de détente dynamique (26),
- des moyens d'introduction de la totalité de la deuxième fraction du courant d'alimentation (116) dans la deuxième turbine (112) de détente dynamique,
- des moyens de formation d'un courant de reflux refroidi (160 ; 234) à partir d'au moins une partie d'un effluent (118) issu d'une turbine de détente dynamique (112), la fraction détendue (118) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (112) formant l'effluent (118) issu de la turbine de détente dynamique,

la partie de l'effluent issu de la turbine de détente dynamique étant refroidie et au moins partiellement liquéfiée dans un échangeur thermique (28 ; 214) pour former le courant de reflux refroidi (160 ; 234),

- des moyens d'introduction du courant de reflux refroidi (56 ; 160 ; 234) issu de l'échangeur thermique (28 ; 214) dans la première colonne de distillation (30),

dans laquelle les moyens d'introduction de la totalité de la deuxième fraction du courant d'alimentation (116) dans la deuxième turbine de détente dynamique (112) sont configurés sans refroidissement entre les moyens de séparation du courant d'alimentation et les moyens d'introduction de la deuxième fraction du courant d'alimentation dans la deuxième turbine de détente dynamique (112).

13. Installation selon la revendication 12, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens d'introduction de la fraction détendue (54) issue de la première turbine de détente dynamique (26) dans le deuxième échangeur thermique (28) pour y être refroidie et partiellement liquéfiée, la fraction détendue refroidie formant un courant de reflux refroidi

auxiliaire (56), l'installation comprenant des moyens d'introduction du courant de reflux refroidi auxiliaire (56) dans la première colonne de distillation.

5 **Patentansprüche**

1. Verfahren zum Herstellen eines an Methan reichen Stroms (12) und eines an C₂⁺-Kohlenwasserstoffen reichen Stroms (14) ausgehend von einem Versorgungsstrom (16), der Kohlenwasserstoffe enthält, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- 10
- Trennen eines Versorgungsstroms (16) in eine erste Fraktion (115) des Versorgungsstroms und in wenigstens eine zweite Fraktion (116) des Versorgungsstroms,
 - Einleiten der ersten Fraktion (115) des Versorgungsstroms in einen ersten Wärmetauscher (20);
 - 15 - Kühlen der ersten Fraktion (115) des Versorgungsstroms in dem ersten Wärmetauscher (20);
 - Einleiten der ersten Fraktion des gekühlten Versorgungsstroms (42) in einen ersten Ballonabscheider (22), um einen leichten Kopfstrom (44) und einen schweren Fußstrom (45) zu erzeugen;
 - Unterteilen des leichten Kopfstroms (44) in eine Turbinenversorgungsfraktion (48) und in eine Kolonnenversorgungsfraktion (46);
 - 20 - Entspannen der Turbinenversorgungsfraktion (48) in einer ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung und Einleiten wenigstens eines Teils (56; 54) der in der ersten Turbine (36) entspannten Fraktion (54) in einen mittleren Teil einer ersten Destillationskolonne (30);
 - Kühlen und wenigstens teilweises Kondensieren der Kolonnenversorgungsfraktion (46) in einem zweiten Wärmetauscher (28) und Entspannen und Einleiten der gekühlten Kolonnenversorgungsfraktion in einen oberen Teil der ersten Destillationskolonne (30);
 - 25 - Entspannen und teilweises Verdampfen des schweren Fußstroms (45) in dem ersten Wärmetauscher (20) und Einleiten des entspannten schweren Fußstroms (45) in einen zweiten Ballonabscheider (24), um eine gasförmige Kopffraktion (62) und eine flüssige Fußfraktion (64) zu erzeugen;
 - Entspannen der flüssigen Fußfraktion (64) und Einleiten in den mittleren Teil der ersten Destillationskolonne (30);
 - 30 - Abkühlen und wenigstens teilweises Kondensieren der gasförmigen Kopffraktion (62) in dem zweiten Wärmetauscher (28) und Einleiten in den oberen Teil der ersten Destillationskolonne (30);
 - Wiedergewinnen eines Säulenbodenstroms (82) am Fuß der ersten Destillationskolonne (30), wobei der an C₂⁺-Kohlenwasserstoffen reiche Strom (14) anhand des Kolonnenfußstroms (82) gebildet wird;
 - Wiedergewinnen und erneutes Erwärmen eines an Methan reichen Kolonnenkopfstroms (84),
 - 35 - Komprimieren wenigstens einer Fraktion des Kolonnenkopfstroms (84) in wenigstens einem ersten Verdichter (32), der mit der ersten Turbine (26) mit dynamische Entspannung gekoppelt ist, und in wenigstens einem zweiten Verdichter (36);
 - Bilden des an Methan reichen Stroms (12) ausgehend von dem wieder erwärmten und verdichteten Kolonnenkopfstroms (90);
 - 40 - Abgreifen eines Anzapfstroms (92) in dem Kolonnenkopfstrom (90);
 - Kühlen und Einleiten des gekühlten Anzapfstroms (96) in einen oberen Teil der ersten Destillationskolonne (30);

wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- 45
- Einleiten der gesamten zweiten Fraktion des Versorgungsstroms (116) in eine zweite Turbine (112) mit dynamischer Entspannung, die von der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung verschieden ist, ohne Kühlung zwischen dem Schritt des Trennens des Versorgungsstroms und dem Schritt des Einleitens der zweiten Fraktion des Versorgungsstroms in die zweite Turbine (112) mit dynamischer Entspannung,
 - 50 - Bilden eines gekühlten Rückflussstroms (160; 234) ausgehend von wenigstens einem Teil eines Ausflusses (118), der von einer Turbine (112) mit dynamischer Entspannung stammt, wobei die entspannte Fraktion, die von der zweiten Turbine (112) mit dynamischer Entspannung stammt, den Ausfluss bildet, der von der Turbine mit dynamischer Entspannung stammt,

wobei der Ausflussteil, der von der Turbine mit dynamischer Entspannung stammt, in einem Wärmetauscher (28; 214) gekühlt und wenigstens teilweise verflüssigt wird, um den gekühlten Rückflussstrom (160; 234) zu bilden,

- 55
- Einleiten des gekühlten Rückflussstroms (160; 234), der von dem Wärmetauscher (28; 214) stammt, in die erste Destillationskolonne (30).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

- Abgreifen eines Aufkochstroms (80) in der ersten Destillationskolonne (30) auf einer Abgreifhöhe;
- Herstellen einer Wärmeaustauschbeziehung zwischen dem Wiederaufkochstrom (80) und dem Teil des Ausflusses, der von einer Turbine mit dynamischer Entspannung stammt, in dem Wärmetauscher (28), um den Teil des Ausflusses, der von der Turbine mit dynamischer Entspannung stammt, zu kühlen und wenigstens teilweise zu verflüssigen, und
- erneutes Einleiten des Aufkochstroms (80) in die erste Destillationskolonne (30) auf einer Höhe, die niedriger als die Abgreifhöhe ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren das Einleiten der entspannten Fraktion (54), die von der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung stammt, in den zweiten Wärmetauscher (28), um ihn dort zu kühlen und teilweise zu verflüssigen, umfasst, wobei die gekühlte entspannte Fraktion einen gekühlten Hilfsrückflussstrom (56) bildet, wobei das Verfahren das Einleiten des gekühlten Hilfsrückflussstroms (56) in einen mittleren Teil der ersten Destillationskolonne umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

- Einleiten der entspannten Fraktion (118), die von der zweiten Turbine (112) mit dynamischer Entspannung stammt, in einen stromabseitigen Ballonabscheider (152), um einen dritten gasförmigen Kopfstrom (156) und einen dritten flüssigen Fußstrom (154) zu bilden,
- Kühlen des dritten gasförmigen Kopfstroms (156) in dem Wärmetauscher (28; 214), um den gekühlten Rückflussstrom (160) zu bilden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte gasförmige Kopfstrom (156) nach dem Kühlen in eine Hilfsdestillationskolonne (216) eingeleitet wird, wobei der gekühlte Rückflussstrom (234) ausgehend von dem Fußstrom (232) der Hilfsdestillationskolonne (216) gebildet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

- Abgreifen einer sekundären Verdichtungsfraktion (121B) in dem an Methan (86) reichen Kolonnenkopfstrom vor dem Durchgang des an Methan (86) reichen Kolonnenkopfstroms durch den ersten Verdichter (32),
- Schicken der Verdichtungsfraktion (121B) durch einen dritten Verdichter (114), der mit der zweiten Turbine (112) mit dynamischer Entspannung gekoppelt ist;
- Einleiten der verdichteten sekundären Verdichtungsfraktion (121C), die von dem dritten Verdichter (114) stammt, in den verdichteten Kolonnenkopfstrom stromabseitig von dem ersten Verdichter (32).

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

- Abgreifen eines Unterstützungskühlungsstroms (174) in dem an Methan reichen Kolonnenkopfstrom (84, 86, 88, 90) oder in einem Strom (92), der ausgehend von dem an Methan reichen Kolonnenkopfstrom (84, 86, 88, 90) gebildet wird,
- Entspannen und Einleiten des entspannten Unterstützungskühlungsstroms (176) in einen Strom (42, 48), der stromaufseitig von der ersten Entspannungsturbine (26) zirkuliert, vorteilhaft in der ersten Fraktion des gekühlten Versorgungsstroms (42) oder in der Turbinenversorgungsfraktion (48).

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

- Schicken des an Methan reichen Kolonnenkopfstroms (84) in den ersten Wärmetauscher (20);
- Abgreifen eines Hilfsentspannungsstroms (121B) in dem an Methan reichen Kolonnenkopfstrom (84) nach seinem Durchgang durch den ersten Wärmetauscher (20);
- dynamisches Entspannen des Hilfsentspannungsstroms (121B) in der Hilfsturbine (182) mit dynamischer Entspannung;
- Einleiten des entspannten Stroms (121C), der von der Hilfsturbine (182) mit dynamischer Entspannung stammt,

in den an Methan reichen Kolonnenkopfstrom (84), bevor er in den ersten Wärmetauscher (20) eintritt.

- 5 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Verdichter (36) eine erste Verdichtungsstufe (36A), wenigstens eine zweite Verdichtungsstufe (36B) und eine Kühleinrichtung (38A), die zwischen die erste Verdichtungsstufe (36A) und die zweite Verdichtungsstufe (36B) eingefügt ist, umfasst, wobei das Verfahren einen Schritt des Schickens des verdichteten Kolonnenkopfstroms (88), der von dem ersten Verdichter (32) stammt, nacheinander durch die erste Verdichtungsstufe (36A), durch die Kühleinrichtung (38A) und dann durch die zweite Verdichtungsstufe (36B) umfasst.
- 10 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teil des Ausflusses (54; 118), der von der Turbine mit dynamischer Entspannung stammt, der Kolonnenkopfstrom (84), die Kolonnenversorgungsfraction (46) und die gasförmige Kopffraction (62) in dem zweiten Wärmetauscher (28) in einer Wärmeaustauschbeziehung angeordnet sind.
- 15 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Fraktion (238) des Kolonnenkopfstroms (84) und des Teils des Ausflusses (118) von der Turbine mit dynamischer Entspannung in einem stromabseitigen Wärmetauscher (214), der von dem zweiten Wärmetauscher (28) verschieden ist, in einer Wärmeaustauschbeziehung angeordnet sind.
- 20 12. Anlage für die Produktion eines an Methan reichen Stroms (12) und eines an C₂⁺-Kohlenwasserstoffen reichen Stroms (14) ausgehend von einem Versorgungsstrom (16), der Kohlenwasserstoffe enthält, des Typs, der Folgendes umfasst:
- 25 - Mittel zum Trennen des Versorgungsstroms (16) in eine erste Fraktion (115) des Versorgungsstroms und in wenigstens eine zweite Fraktion (116) des Versorgungsstroms,
 - einen ersten Wärmetauscher (20), um wenigstens die erste Fraktion (115) des Versorgungsstroms (16) zu kühlen;
 - Mittel zum Einleiten der ersten Fraktion (115) des Versorgungsstroms in den ersten Wärmetauscher (20);
 - 30 - einen ersten Ballonabscheider (22) und Mittel zum Einleiten der ersten Fraktion des gekühlten Versorgungsstroms (42) in den ersten Ballonabscheider (22), um einen leichten Kopfstrom (44) und einen schweren Fußstrom (45) zu erzeugen;
 - Mittel zum Unterteilen des leichten Kopfstroms (44) in eine Fraktion (48) für die Versorgung einer Turbine und in eine Fraktion (46) für die Versorgung einer Kolonne;
 - eine erste Destillationskolonne (30);
 - 35 - Mittel zum Entspannen der Turbinenversorgungsfraction (48), die eine erste Turbine (26) mit dynamischer Entspannung und Mittel zum Einleiten wenigstens eines Teils (56) der entspannten Fraktion (54), die in der ersten Turbine (26) entspannt wurde, in einen mittleren Teil der ersten Destillationskolonne (30);
 - Mittel zum Kühlen und wenigstens teilweisen Kondensieren der Kolonnenversorgungsfraction (46), die einen zweiten Wärmetauscher (28) und Mittel zum Entspannen und Einleiten der gekühlten Kolonnenversorgungsfraction (52) in einen oberen Teil der ersten Destillationskolonne (30) umfassen;
 - 40 - Mittel (58) zum Entspannen und Mittel zum teilweisen Verdampfen des schweren Fußstroms (60), die den ersten Wärmetauscher (20) umfassen;
 - einen zweiten Ballonabscheider (24) und Mittel zum Einleiten des schweren Fußstroms (60) in den zweiten Ballonabscheider, um eine gasförmige Kopffraction (62) und eine flüssige Fußfraction (64) zu erzeugen;
 - 45 - Mittel (66) zum Entspannen des flüssigen Fußteils (64) und Mittel zum Einleiten in den mittleren Teil der ersten Destillationskolonne (30);
 - Mittel zum Kühlen und wenigstens teilweisen Kondensieren der gasförmigen Kopffraction (62), die den zweiten Wärmetauscher (28) und Mittel zum Einleiten der gasförmigen Kopffraction (62) in den oberen Teil der ersten Destillationskolonne (30) umfassen;
 - 50 - Mittel zum Wiedergewinnen eines Kolonnenbodenstroms (62) am Fuß der ersten Destillationskolonne (30) und Mittel zum Bilden des an C₂⁺-Kohlenwasserstoffen reichen Stroms ausgehend von dem Kolonnenbodenstrom (82);
 - Mittel zum Wiedergewinnen und erneuten Erwärmen eines an Methan reichen Kolonnenkopfstroms (84) am Kopf der ersten Destillationskolonne (30);
 - 55 - Mittel zum Komprimieren wenigstens einer Fraktion des Kolonnenkopfstroms, die wenigstens einen ersten Verdichter (32), der mit der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung gekoppelt ist, und wenigstens einen zweiten Verdichter (36) umfassen;
 - Mittel zum Bilden des an Methan reichen Stroms (12) ausgehend von dem erneut erwärmten und verdichteten

Kolonnenkopfstrom (90);

- Mittel zum Abgreifen in dem Kolonnenkopfstrom (84, 86, 88, 90) eines Anzapfstroms (92),
- Mittel zum Kühlen und Einleiten des gekühlten Anzapfstroms in einen oberen Teil der ersten Destillationskolonne (30);

5

wobei die Anlage Folgendes umfasst:

eine zweite Turbine (112) mit dynamischer Entspannung, die von der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung verschieden ist,

10

- Mittel zum Einleiten der gesamten zweiten Fraktion des Versorgungsstroms (116) in die zweite Turbine (112) mit dynamischer Entspannung,
- Mittel zum Bilden eines gekühlten Rückflusses (160; 234) ausgehend von wenigstens einem Teil eines Ausflusses (118), der von einer Turbine (112) mit dynamischer Entspannung stammt, wobei die entspannte Fraktion (118), die von der zweiten Turbine (112) mit dynamischer Entspannung stammt, den Ausfluss (118) bildet, der von der Turbine mit dynamischer Entspannung stammt,

15

wobei der Teil des Ausflusses, der von der Turbine mit dynamischer Entspannung stammt, in einem Wärmetauscher (28; 214) gekühlt und wenigstens teilweise verflüssigt wird, um den gekühlten Rückflussstrom (160; 234) zu bilden,

20

- Mittel zum Einleiten des gekühlten Rückflusses (56; 160; 234), der von dem Wärmetauscher (28; 214) stammt, in die erste Destillationskolonne (30),

25

wobei die Mittel zum Einleiten der gesamten zweiten Fraktion des Versorgungsstroms (116) in die zweite Turbine (112) mit dynamischer Entspannung ohne Kühlung zwischen den Mitteln zum Trennen des Versorgungsstroms und den Mitteln zum Einleiten der zweiten Fraktion des Versorgungsstroms in die zweite Turbine (112) mit dynamischer Entspannung konfiguriert sind.

30

13. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel zum Einleiten der entspannten Fraktion (54), die von der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung stammt, in den zweiten Wärmetauscher (28), damit er dort gekühlt und teilweise verflüssigt wird, umfasst, wobei die gekühlte entspannte Fraktion einen gekühlten Hilfsrückflussstrom (56) bildet, wobei die Anlage Mittel zum Einleiten des gekühlten Hilfsrückflussstroms (56) in die erste Destillationskolonne umfasst.

35

Claims

1. Method for producing a flow (12) rich in methane and a flow (14) rich in C₂⁺ hydrocarbons from a supply flow (16) containing hydrocarbons, the method comprising the following steps:

40

- separating the supply flow (16) into a first fraction (115) of the supply flow and at least a second fraction (116) of the supply flow,
- introducing the first fraction (115) of the supply flow into a first heat exchanger (20);
- cooling the first fraction (16; 115) of the supply flow in the first heat exchanger (20);
- introducing the cooled first fraction (42) of the supply flow into a first separation flask (22) in order to produce a light upper flow (44) and a heavy lower flow (45);
- dividing the light upper flow (44) into a turbine supply fraction (48) and a column supply fraction (46);
- pressure reduction of the turbine supply fraction (48) in a first dynamic pressure reduction turbine (26) and introduction of at least a portion (56; 54) of the fraction (54) subjected to pressure reduction into the first turbine (36) in a middle portion of a first distillation column (30);
- cooling and at least partially condensing the column supply fraction (46) in a second heat exchanger (28), pressure reduction and introduction of the cooled column supply fraction into an upper portion of the first distillation column (30);
- pressure reduction and partial vaporisation of the heavy lower flow (45) in the first heat exchanger (20) and introduction of the heavy lower flow (45) subjected to pressure reduction into a second separation flask (24) in order to produce an upper gas fraction (62) and a lower liquid fraction (64);
- pressure reduction of the lower liquid fraction (64) and introduction in the middle portion of the first distillation

55

column (30);

- cooling and at least partially condensing the upper gas fraction (62) in the second heat exchanger (28) and introduction into the upper portion of the first distillation column (30);

- recovery of a lower column flow (82) at the bottom of the first distillation column (30), the flow (14) rich in C₂⁺ hydrocarbons being formed from the lower column flow (82);

- recovery and reheating of an upper column flow (84) rich in methane,

- compressing at least a fraction of the upper column flow (84) in at least a first compressor (32) coupled to the first dynamic pressure reduction turbine (26) and in at least a second compressor (36);

- forming the flow (12) rich in methane from the reheated and compressed upper column flow (90);

- removing an extraction flow (92) from the upper column flow (90) ;

- cooling and introducing the cooled extraction flow (96) into an upper portion of the first distillation column (30); the method comprising the following steps:

- introducing the whole of the second fraction of the supply flow (116) into a second dynamic pressure reduction turbine (112), separate from the first dynamic pressure reduction turbine (26), without cooling between the step of separating the supply flow and the step of introducing the second fraction of the supply flow into the second dynamic pressure reduction turbine (112);

- forming a cooled reflux flow (160; 234) from at least a portion of an effluent (118) from a dynamic pressure reduction turbine (112), the fraction (118) subjected to pressure reduction from the second dynamic turbine (112) forming the effluent (118) from the dynamic pressure reduction turbine

the portion of the effluent from the dynamic pressure reduction turbine (112) being cooled and at least partially liquefied in a heat exchanger (28; 214) in order to form the cooled reflux flow (160; 234),

- introducing the cooled reflux flow (160; 234) from the heat exchanger (28; 214) into the first distillation column (30).

2. Method according to claim 1, **characterised in that** it comprises the following steps:

- removing a reboiling flow (80) from the first distillation column (30) at a removal level;

- placing the reboiling flow (80) in a heat exchange relationship with the portion of the effluent from a dynamic pressure reduction turbine in the heat exchanger (28) in order to cool and at least partially liquefy the portion of the effluent from the dynamic pressure reduction turbine, and

- reintroducing the reboiling flow (80) into the first distillation column (30) at a level lower than the removal level.

3. Method according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the method comprises the introduction of the fraction (54) subjected to pressure reduction from the first dynamic pressure reduction turbine (30) into the second heat exchanger (28) in order to be cooled and partially liquefied therein, the cooled fraction subjected to pressure reduction forming an auxiliary cooled reflux stream (56), the process comprising the introduction of the auxiliary cooled reflux stream (56) in the first distillation column (30).

4. Method according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** it comprises the following steps:

- introducing the fraction (118) subjected to pressure reduction from the second dynamic pressure reduction turbine (112) into a downstream separation flask (152) in order to form a third upper gas flow (156) and a third lower liquid flow (154),

- cooling the third upper gas flow (156) in the heat exchanger (28; 214) in order to form the cooled reflux flow (160) .

5. Method according to claim 4, **characterised in that** the third upper gas flow (156) is introduced, after cooling, into an auxiliary distillation column (216), the cooled reflux flow (234) being formed from the lower flow (232) of the auxiliary distillation column (216).

6. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises the following steps:

- removing a secondary compression fraction (121B) from the upper column flow (86) rich in methane, before the upper column flow (86) rich in methane is passed into the first compressor (32),

- passing the secondary compression fraction (121B) into a third compressor (114) coupled to the second dynamic pressure reduction turbine (112);

- introducing the compressed secondary compression fraction (121C) from the third compressor (114) into the compressed upper column flow, downstream of the first compressor (32).

7. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises the following steps:

- removing a make-up cooling flow (174) from the upper column flow (84, 86, 88, 90) rich in methane or from a flow (92) formed from the upper column flow (84, 86, 88, 90) rich in methane;
- pressure reduction and introduction of the make-up cooling flow (176) subjected to pressure reduction into a flow (42, 48) flowing upstream of the first pressure reduction turbine (26), advantageously into the first fraction of the cooled supply flow (42) or the turbine supply fraction (48).

8. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises the following steps:

- passing the upper column flow (84) rich in methane into the first heat exchanger (20);
- removing an auxiliary pressure reduction flow (121B) from the upper column flow (84) rich in methane, after it has been passed into the first heat exchanger (20);
- dynamic pressure reduction of the auxiliary pressure reduction flow (121B) in an auxiliary dynamic pressure reduction turbine (182);
- introducing the flow (121C) subjected to pressure reduction from the auxiliary dynamic pressure reduction turbine (182) into the upper column flow (84) rich in methane before it is passed into the first heat exchanger (20).

9. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the second compressor (36) comprises a first compression stage (36A), at least a second compression stage (36B) and a cooler (38A) interposed between the first compression stage (36A) and the second compression stage (36B), the method comprising a step of passing the compressed upper column flow (88) from the first compressor (32) successively into the first compression stage (36A), into the cooler (38A), then into the second compression stage (36B).

10. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the portion of the effluent (54; 118) from the dynamic pressure reduction turbine, the upper column flow (84), the column supply fraction (46) and the upper gas fraction (62) are placed in a heat exchange relationship in the second heat exchanger (28).

11. Method according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** at least a fraction (238) of the upper column flow (84) and the portion of the effluent (118) of the dynamic pressure reduction turbine are placed in a heat exchange relationship in a downstream heat exchanger (214) separate from the second heat exchanger (28).

12. Installation for producing a flow (12) rich in methane and a flow (14) rich in C_2^+ hydrocarbons from a supply flow (16) containing hydrocarbons, of the type comprising:

- means for separating the supply flow (16) into a first fraction (115) of the supply flow and at least a second fraction (116) of the supply flow,
- a first heat exchanger (20) for cooling the first fraction (115) of the supply flow (16);
- means for introducing the first fraction (115) of the supply flow into the first heat exchanger (20);
- a first separation flask (22) and means for introducing the cooled first fraction of the supply flow (42) into the first separation flask (22) in order to produce a light upper flow (44) and a heavy lower flow (45);
- means for dividing the light upper flow (44) into a turbine supply fraction (48) and a column supply fraction (46);
- a first distillation column (30);
- pressure reduction means for the turbine supply fraction (48) comprising a first dynamic pressure reduction turbine (26) and means for introducing at least a portion (56) of the fraction (54) subjected to pressure reduction into the first turbine (26) in a middle portion of the first distillation column (30);
- means for cooling and at least partially condensing the column supply fraction (46) comprising a second heat exchanger (28) and means for pressure reduction and introduction of the cooled column supply fraction (52) into an upper portion of the first distillation column (30);
- means (58) for pressure reduction and means for partial vaporisation of the heavy lower flow (60) comprising the first heat exchanger (20);
- a second separation flask (24) and means for introducing the heavy lower flow (60) into the second separation flask in order to produce an upper gas fraction (62) and a lower liquid fraction (64);
- means (66) for pressure reduction of the lower liquid fraction (64) and means for introduction into the middle portion of the first distillation column (30);
- means for cooling and at least partially condensing the upper gas fraction (62) comprising the second heat exchanger (28) and means for introducing the upper gas fraction (62) into the upper portion of the first distillation column (30);

EP 2 452 140 B1

- means for recovering a lower column flow (82) at the bottom of the first distillation column (30), and means for forming the flow (14) rich in C_2^+ hydrocarbons from the lower column flow (82);
- means for recovering and reheating an upper column flow (84) rich in methane, at the top of the first distillation column (30);
- 5 - means for compressing at least a fraction of the upper column flow comprising at least a first compressor (32) coupled to the first dynamic pressure reduction turbine (26) and at least a second compressor (36);
- means for forming the flow (12) rich in methane from the reheated and compressed upper column flow (90);
- means for removing from the upper column flow (84, 86, 88, 90) an extraction flow (92),
- 10 - means for cooling and introducing the cooled extraction flow into an upper portion of the first distillation column (30) ;

the installation comprising:

- 15 - a second dynamic pressure reduction turbine (112) separate from the first dynamic pressure reduction turbine (26);
- means for introducing the whole of the second fraction of the supply flow (116) into the second dynamic pressure reduction turbine (112),
- means for forming a cooled reflux flow (160; 234) from at least a portion of an effluent (118) from a dynamic pressure reduction turbine (112), the fraction (118) subjected to pressure reduction from the second dynamic
- 20 turbine forming the effluent (118) from the dynamic pressure reduction turbine,

the portion of the effluent from the dynamic pressure reduction turbine (112) being cooled and at least partially liquefied in a heat exchanger (28; 214) in order to form the cooled reflux flow (160; 234),

- 25 - means for introducing the cooled reflux flow (160; 234) from the heat exchanger (28; 214) into the first distillation column (30)

in which the means for introducing the whole of the second fraction of the supply flow (116) into the second dynamic pressure reduction turbine (112) are configured without cooling between the step of separating the supply flow and the step of introducing the second fraction of the supply flow into the second dynamic pressure reduction turbine (112) .

13. Installation according to claim 12, comprising means for introducing the fraction (54) subjected to pressure reduction from the first dynamic pressure reduction turbine (26) into the second heat exchanger (28) in order to be cooled and partially liquefied therein, the cooled fraction subjected to pressure reduction forming an auxiliary cooled reflux stream (56), the installation comprising means for introducing the auxiliary cooled reflux stream (56) in the first distillation column.

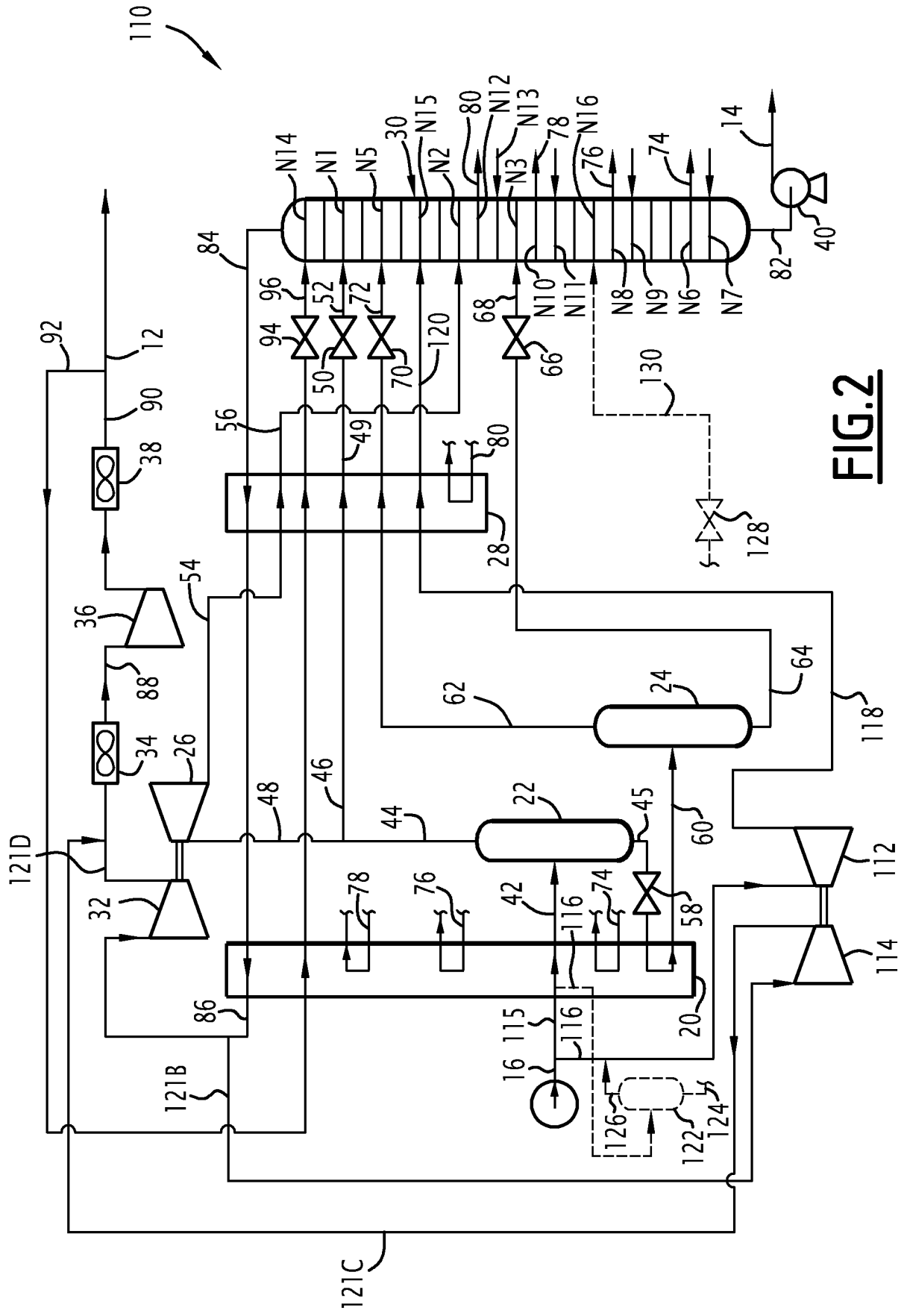


FIG. 2

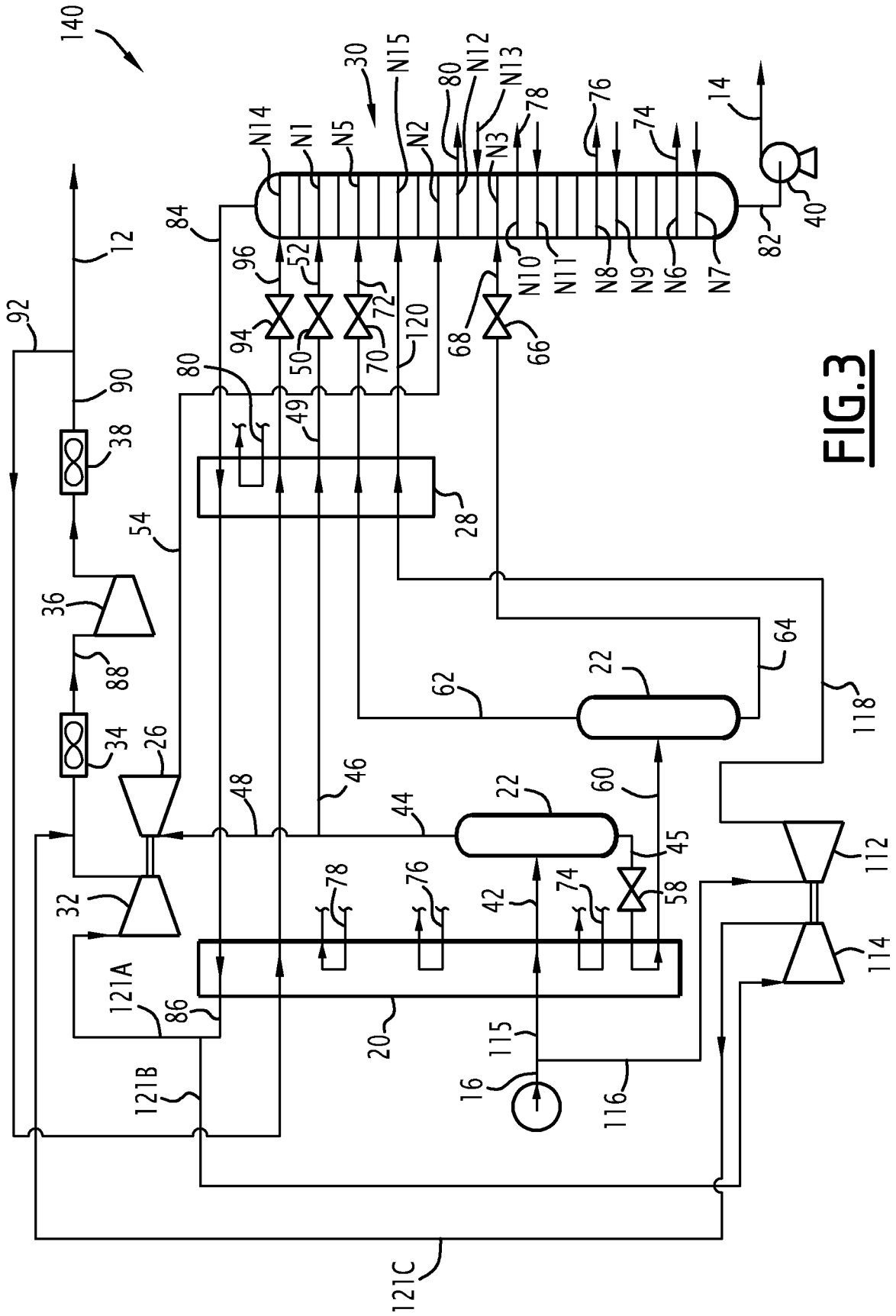


FIG. 3

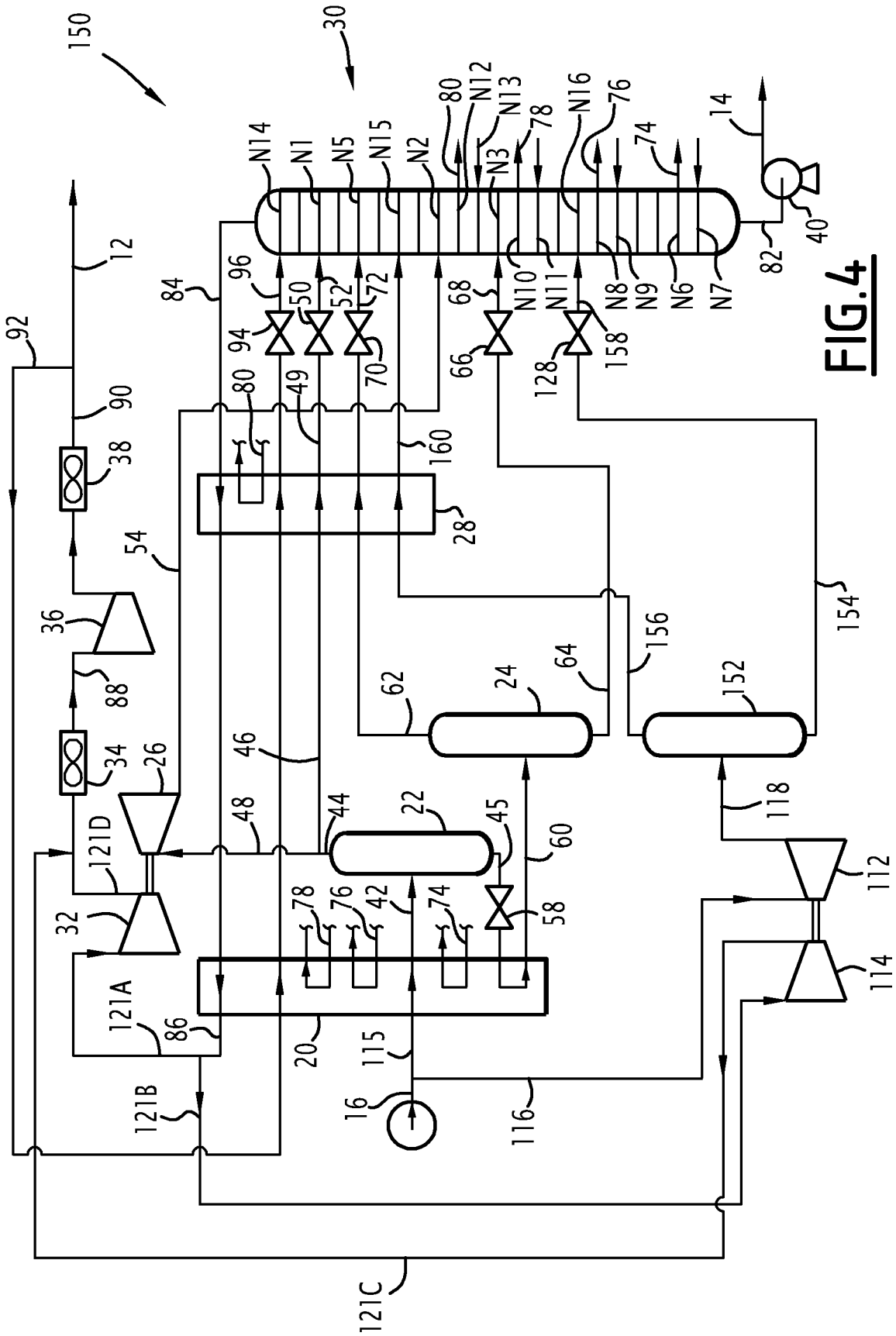


FIG. 4

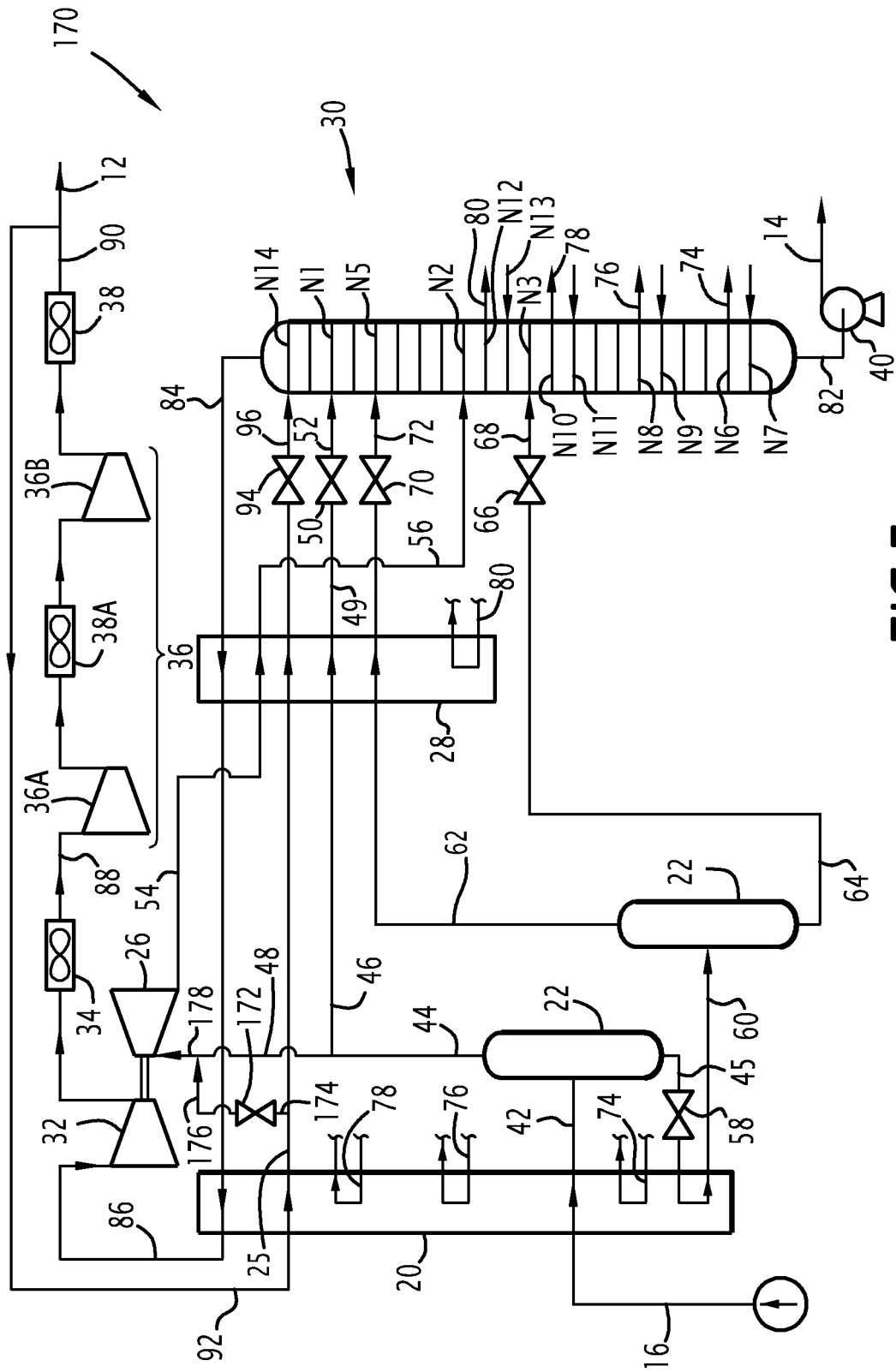


FIG. 5

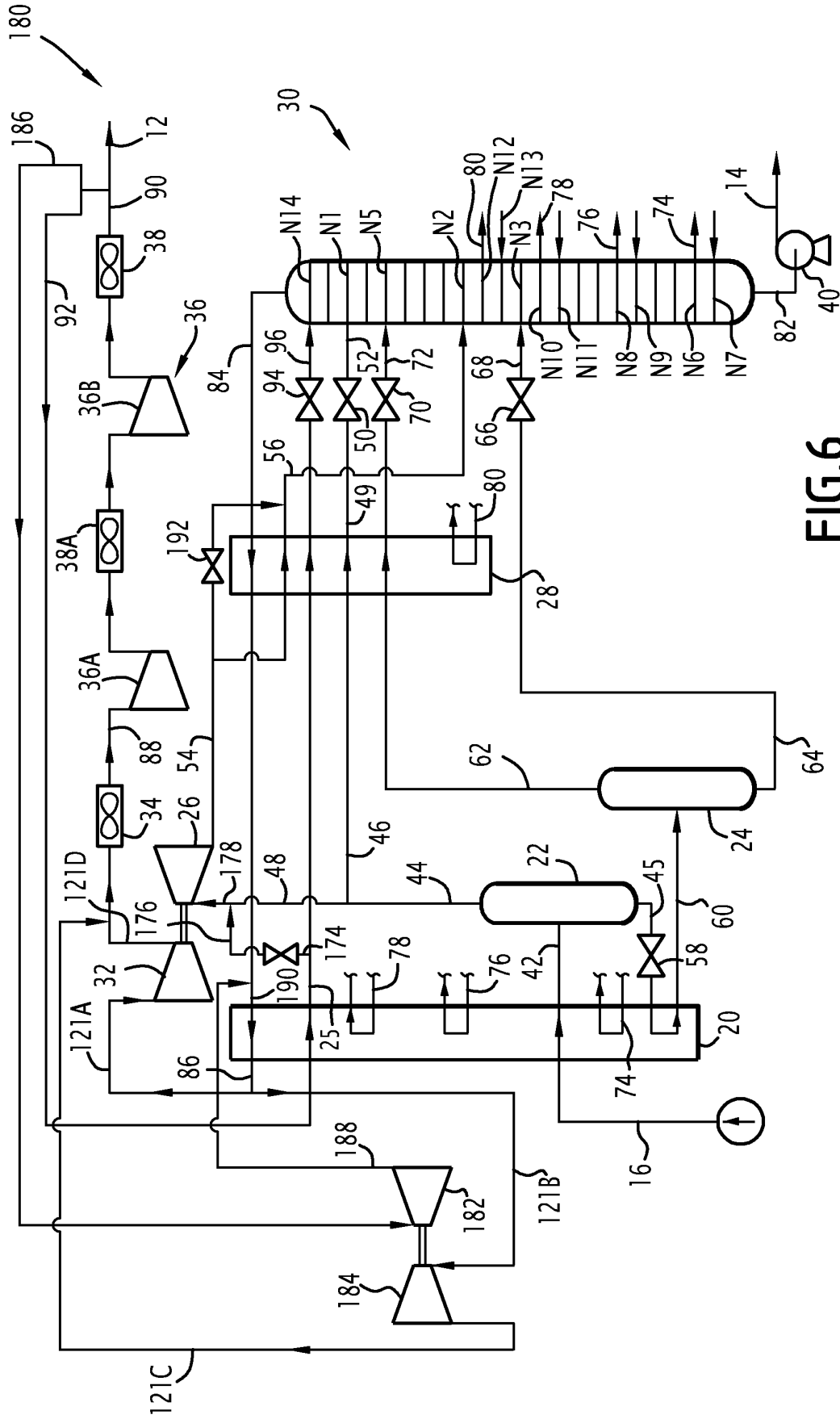


FIG. 6

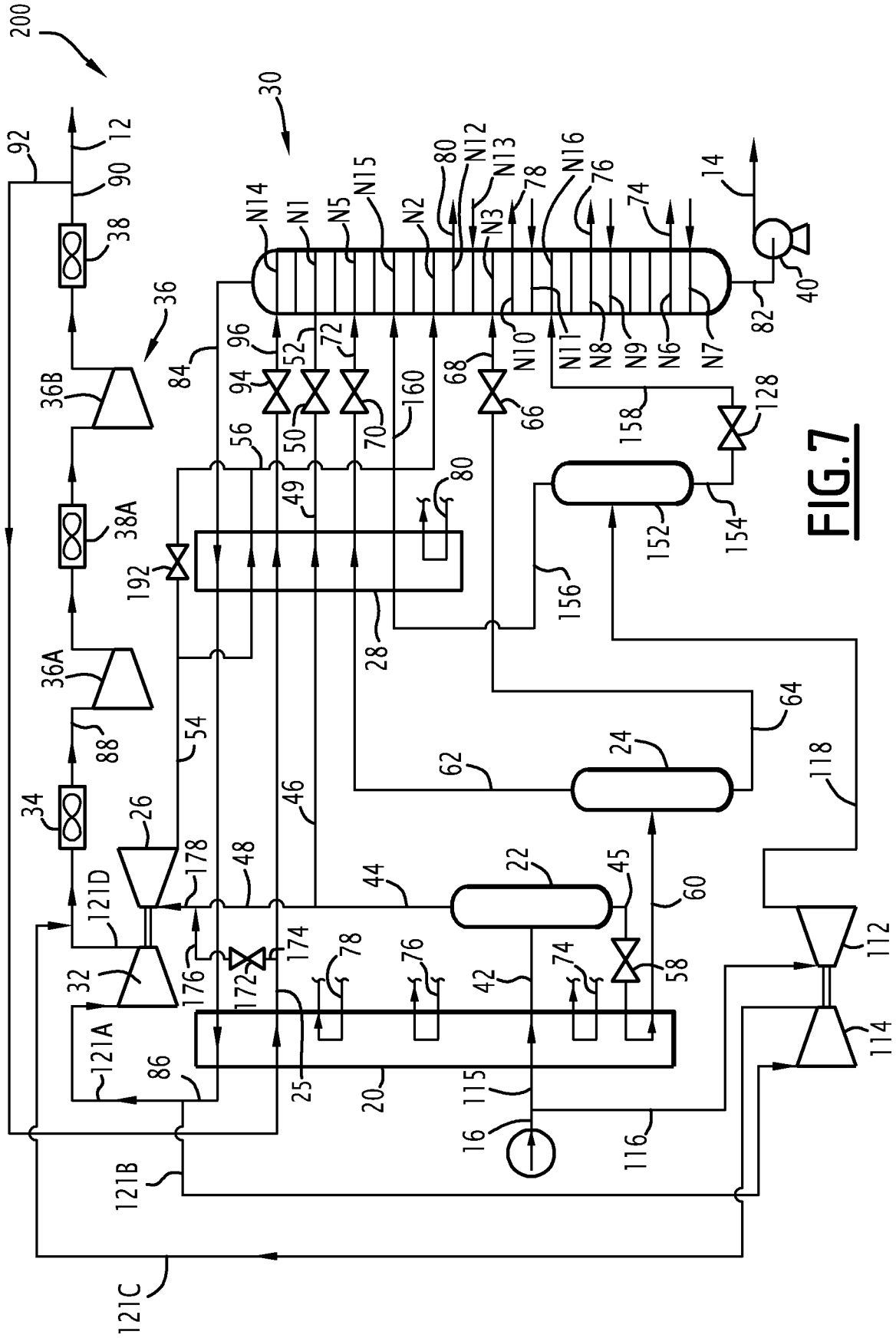


FIG. 7

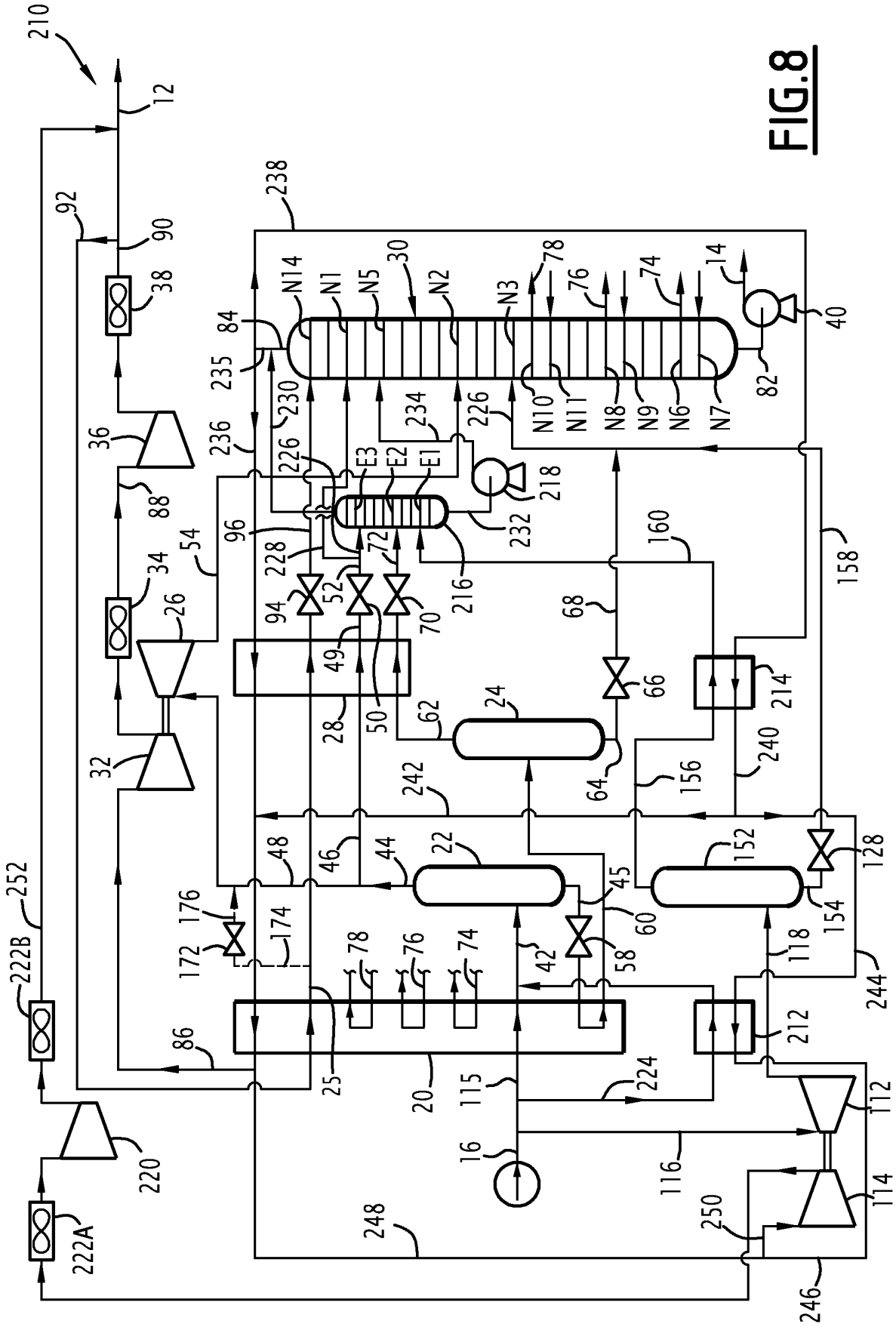


FIG. 8

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 6578379 B [0011] [0012] [0079] [0159]
- US 5555748 A [0011]
- US 20010008073 A [0015]
- US 5983664 A [0015]
- US 6244070 B [0015]
- US 6526777 B [0015]
- US 4687499 A [0015]