



(11) **EP 2 659 211 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**08.05.2019 Bulletin 2019/19**

(21) Numéro de dépôt: **11802438.9**

(22) Date de dépôt: **26.12.2011**

(51) Int Cl.:  
**F25J 3/02 (2006.01)**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2011/074051**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2012/089709 (05.07.2012 Gazette 2012/27)**

(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 EINES C2+KOHLENWASSERSTOFFREICHEN STROMS SOWIE ZUGEHÖRIGE ANLAGE

METHOD FOR PRODUCING A METHANE-RICH STREAM AND A C2+ HYDROCARBON-RICH STREAM, AND ASSOCIATED EQUIPMENT

(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 RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **27.12.2010 FR 1061273**

(43) Date de publication de la demande:  
**06.11.2013 Bulletin 2013/45**

(73) Titulaire: **Technip France**  
**92400 Courbevoie (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **GAHIER, Vanessa**  
**F-95280 Jouy le Moutier (FR)**  
• **GOURIOU, Julie**  
**F-92000 Nanterre (FR)**

• **THIEBAULT, Sandra**  
**F-60580 Coye-la-Forêt (FR)**  
• **BARTHE, Loïc**  
**F-75018 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Lavoix**  
**2, place d'Estienne d'Orves**  
**75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(56) Documents cités:  
**US-A1- 2004 177 646 US-A1- 2009 282 865**  
**US-A1- 2010 263 407 US-B1- 6 526 777**

• **LYNCH J T ET AL: "Texas plant retrofit improves throughput c2 recovery", OIL AND GAS JOURNAL, PENNWELL, HOUSTON, TX, US, 3 juin 1996 (1996-06-03), pages 41-48, XP001525638, ISSN: 0030-1388**

**EP 2 659 211 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 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 le préambule de la revendication 1.

**[0002]** L'Article « Texas plant retrofit improves throughput, C2 recovery » décrit un procédé de séparation comportant deux turbines de détente dynamique en parallèle.

**[0003]** US 6 526 777 décrit un procédé selon le préambule de la revendication 1.

**[0004]** Un tel procédé 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.

**[0005]** 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.

**[0006]** Il est nécessaire de séparer les hydrocarbures lourds du gaz naturel pour répondre à au moins deux impératifs.

**[0007]** 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.

**[0008]** 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.

**[0009]** 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.

**[0010]** Pour atteindre des taux de récupération plus élevés, les procédés d'expansion cryogénique sont utilisés.

**[0011]** 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.

**[0012]** Puis, les différents effluents, après condensation partielle, sont combinés pour alimenter un séparateur gaz-liquide.

**[0013]** Comme décrit dans 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 introduite dans la colonne de distillation.

**[0014]** Ce procédé présente l'avantage d'être facile à démarrer et d'offrir une flexibilité opératoire importante, combinée à une bonne efficacité et à une bonne sûreté.

**[0015]** 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.

**[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 13 ou la caractéristique suivante:

- la température de la partie de la deuxième fraction du courant d'alimentation introduite dans la deuxième turbine de détente dynamique est supérieure à la température de la fraction d'alimentation de turbine introduite dans la première turbine de détente dynamique ;

**[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 14.

**[0020]** L'installation selon l'invention peut comprendre la caractéristique de la revendication 15.

**[0021]** 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 :

- la Figure 1 est un schéma synoptique fonctionnel d'une première installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un premier procédé selon l'invention ;
- 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 ;
- la Figure 3 est un schéma synoptique fonctionnel d'une troisième installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un cinquième 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 sixième 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 septième procédé selon l'invention ;
- la Figure 6 est un schéma synoptique fonctionnel d'une sixième installation de production destinée à la mise en oeuvre d'un huitième procédé selon l'invention.

**[0022]** Dans tout ce qui suit, on désignera par les mêmes références un courant circulant dans une conduite et la conduite qui le transporte.

**[0023]** En outre, sauf indication contraire, les pourcentages cités sont des pourcentages molaires et les pressions sont données en bars absolus.

**[0024]** Dans les exemples simulés numériquement, le rendement de chaque compresseur est choisi comme étant de 82% polytropique et le rendement de chaque turbine est de 85% adiabatique.

**[0025]** 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.

**[0026]** 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  $C_2^+$  selon l'invention, à partir d'un courant gazeux 16 d'alimentation.

**[0027]** 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.

**[0028]** Le procédé et l'installation 10 s'appliquent avantagement à la construction d'une nouvelle unité de récupération de méthane et d'éthane.

**[0029]** L'installation 10 comprend, d'amont en aval, un premier échangeur thermique 20, un premier ballon séparateur 22 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.

**[0030]** Selon l'invention, l'installation 10 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 39.

**[0031]** Selon l'invention, l'installation 10 comprend en outre une deuxième turbine de détente dynamique 40 et un troisième compresseur 41 accouplé à la deuxième turbine de détente dynamique 40.

**[0032]** Un premier procédé de production selon l'invention, mis en oeuvre dans l'installation 10 va maintenant être décrit.

**[0033]** A titre d'exemple, le courant d'alimentation 16 est formé d'un gaz naturel déshydraté qui 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.

**[0034]** Le courant d'alimentation 16 présente plus généralement en moles entre 5 % et 15 % d'hydrocarbures en  $C_2^+$  à extraire et entre 75 % et 90 % de méthane.

**[0035]** Par « gaz déshydraté », on entend un gaz dont la teneur en eau est la plus basse possible et est notamment inférieure à 1 ppm.

**[0036]** Le courant d'alimentation 16 présente une pression supérieure à 35 bars, notamment supérieure à 50 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.

**[0037]** Le courant d'alimentation 16 est tout d'abord divisé en une première fraction 41A de courant d'alimentation et en une deuxième fraction 41B de courant d'alimentation.

**[0038]** Le rapport du débit molaire de la première fraction 41A à la deuxième fraction 41B est par exemple supérieur à 2 et est notamment compris entre 2 et 15.

**[0039]** Dans l'exemple représenté, la première fraction 41A est introduite dans le premier échangeur thermique 20 où elle est refroidie et partiellement condensée pour former une fraction 42 de courant d'alimentation refroidi.

**[0040]** La température de la fraction 42 est inférieure à -10°C et est notamment égale à - 26,7°C. Puis, la fraction refroidie 42 est introduite dans le premier ballon séparateur 22.

**[0041]** La teneur en liquide de la fraction refroidie 42 est inférieure à 50% molaire.

**[0042]** Un courant léger de tête 44 gazeux et un courant lourd de pied 45 liquide sont extraits du premier ballon

## EP 2 659 211 B1

séparateur 22.

**[0043]** Dans cet exemple, 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.

**[0044]** La fraction d'alimentation de colonne 46 est introduite dans le deuxième échangeur thermique 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.

**[0045]** La température de la fraction détendue 52 obtenue après passage dans la vanne 50 est inférieure à  $-70^{\circ}\text{C}$  et est notamment égale à  $-111^{\circ}\text{C}$ .

**[0046]** 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 17 bars.

**[0047]** La fraction 52 est introduite dans une partie haute de la colonne 30 à un niveau N1, situé au premier étage en partant du haut de la colonne 30.

**[0048]** 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 P1 proche de la pression d'opération de la colonne 30 pour former une première fraction d'alimentation détendue 54 qui présente une température inférieure à  $-50^{\circ}\text{C}$ , notamment égale à  $-79^{\circ}\text{C}$ .

**[0049]** L'expansion de la fraction d'alimentation 48 dans la première turbine 26 permet de récupérer 3574 kW d'énergie qui refroidissent la fraction 48.

**[0050]** La première fraction détendue 54, qui est l'effluent issu de la première turbine 26 de détente dynamique constitue un premier courant de reflux refroidi 56.

**[0051]** La teneur en liquide du courant de reflux refroidi 56 est supérieure à 5% molaire.

**[0052]** 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 inférieur au niveau N1, et correspondant dans cet exemple au sixième étage en partant du haut de la colonne 30.

**[0053]** Le courant lourd liquide 45 récupéré au fond du premier ballon séparateur 22 est détendu dans une deuxième vanne de détente statique 58 pour former un courant lourd détendu 60.

**[0054]** La pression du courant lourd détendu 60 est inférieure à 50 bars et est notamment sensiblement égale à la pression de la colonne 30. La température du courant lourd détendu 60 est inférieure à  $-30^{\circ}\text{C}$  et est notamment sensiblement égale à  $-48^{\circ}\text{C}$ .

**[0055]** Le courant lourd liquide 45 est introduit en totalité dans la colonne 30 après sa détente dans la vanne 58, sans passer par le premier échangeur thermique 20. Ainsi, le courant lourd liquide 45 avant son passage dans la vanne 58 et le courant lourd détendu 60 n'entrent pas en relation d'échange thermique avec le courant d'alimentation 16, ni avec les fractions 41A, 41B de ce courant d'alimentation 16.

**[0056]** En particulier, le courant lourd 45 ne passe pas dans l'échangeur thermique 20 entre la sortie du ballon 22 et l'entrée de la colonne 30.

**[0057]** Un premier courant de rebouillage 74 est prélevé au voisinage du fond de la colonne 30 à une température supérieure à  $-3^{\circ}\text{C}$  et notamment sensiblement égale à  $9,6^{\circ}\text{C}$ , à un niveau N6 situé sous le niveau N3, avantageusement au vingt-et-unième étage en partant du haut de la colonne 30.

**[0058]** Le premier courant 74 est amené jusqu'au premier échangeur thermique 20 où il est réchauffé jusqu'à une température supérieure à  $3^{\circ}\text{C}$  et notamment égale à  $16,3^{\circ}\text{C}$  avant d'être renvoyé à un niveau N7 correspondant au vingt-deuxième étage en partant du haut de la colonne 30.

**[0059]** 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-septième étage en partant du haut de la colonne. Le deuxième courant de rebouillage 76 est introduit dans le premier échangeur thermique 20 pour y être réchauffé jusqu'à une température supérieure à  $-8^{\circ}\text{C}$  et notamment égale à  $-4,1^{\circ}\text{C}$ . 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-huitième étage en partant du haut de la colonne 30.

**[0060]** 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 treizième 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  $-30^{\circ}\text{C}$  et notamment égale à  $-19^{\circ}\text{C}$  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 quatorzième étage en partant du haut de la colonne 30.

**[0061]** Ainsi, le courant 52 est introduit 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 le courant 60 est introduit 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  $4^{\circ}\text{C}$  et notamment égale à  $16,3^{\circ}\text{C}$ .

## EP 2 659 211 B1

**[0063]** Ainsi, le courant de fond 82 contient en mole 1,17% de dioxyde de carbone, 0,00% d'azote, 0,43% de méthane, 42,89% d'éthane, 28,40% de propane, 5,51% de i-butane, 11,66% de n-butane, 3,47% de i-pentane, 6,46% de n-pentane.

**[0064]** Plus généralement, le courant 82 a un rapport  $C_1/C_2$  inférieur à 3% molaire, par exemple égal à 1%.

5 **[0065]** Le courant 82 contient plus de 80%, avantageusement plus de 87% 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 39 pour former la coupe 14 riche en hydrocarbures en  $C_2^+$ .

10 **[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  $-70^\circ\text{C}$  et notamment sensiblement égale à  $-105^\circ\text{C}$ . Il présente une pression sensiblement égale à la pression de la colonne 30, par exemple égale à 17,0 bars.

15 **[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  $-10^\circ\text{C}$  et notamment égale à  $22,9^\circ\text{C}$ .

**[0070]** A la sortie du premier échangeur 20, le courant 86 est divisé en une première fraction du courant de tête réchauffé 87A et en une deuxième fraction du courant de tête réchauffé 87B.

20 **[0071]** Le rapport du débit molaire de la première fraction 87A au débit molaire de la deuxième fraction 87B est supérieur à 2 et est notamment par exemple compris entre 2 et 5.

**[0072]** La première fraction 87A est introduite dans le premier compresseur 32 entraîné par la turbine principale 26 pour y être comprimée à une pression supérieure à 20 bars.

25 **[0073]** La deuxième fraction 87B est introduite dans le troisième compresseur 41 pour être comprimée à une pression supérieure à 20 bars et sensiblement égale à la pression à laquelle est comprimée la première fraction 87A dans le premier compresseur 32.

**[0074]** Puis, les fractions 87A, 87B comprimées issues respectivement des compresseurs 32, 41 sont réunies avant d'être introduites dans le premier réfrigérant à air 34. Les fractions réunies 87A, 87B y sont refroidies à une température inférieure à  $60^\circ\text{C}$ , notamment à la température ambiante.

30 **[0075]** Le courant 88 comprimé ainsi obtenu est introduit dans le deuxième compresseur 36 puis dans le deuxième réfrigérant 38 pour former un courant de tête 90 comprimé.

**[0076]** Le courant 90 présente ainsi une pression supérieure à 40 bars et notamment sensiblement égale à 63,1 bars.

**[0077]** Le courant de tête de colonne comprimé 90 forme le courant riche en méthane 12 produit par le procédé selon l'invention.

35 **[0078]** Sa composition est avantageusement de 96,28% molaire de méthane, 2,37% molaire d'azote et 0,92% molaire d'éthane. Il comprend plus de 99,93% 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.

40 **[0079]** La deuxième fraction 41B du courant d'alimentation 16 est introduite dans la deuxième turbine de détente dynamique 40 pour être détendue à une deuxième pression P2 sensiblement égale à la pression de la colonne 30 et former ainsi une deuxième fraction d'alimentation détendue 91A.

**[0080]** La température de la deuxième fraction 41B alimentant la deuxième turbine de détente dynamique 40 est supérieure à la température de la fraction d'alimentation de turbine 48 alimentant la première turbine de détente dynamique 26, par exemple d'au moins  $30^\circ\text{C}$ .

45 **[0081]** Par ailleurs, la deuxième pression P2 est sensiblement égale à la première pression P1. La différence entre la pression P1 et la pression P2 est inférieure à 8 bars, avantageusement inférieure à 5 bars et en particulier inférieure à 2 bars.

**[0082]** La deuxième fraction détendue 91A présente ainsi une température inférieure à  $0^\circ\text{C}$  et notamment de l'ordre de  $-25^\circ\text{C}$ .

50 **[0083]** Puis, la deuxième fraction 91A est introduite dans le deuxième échangeur thermique 28 pour y être refroidie à une température inférieure à  $-70^\circ\text{C}$  et notamment égale à  $-102,5^\circ\text{C}$  et pour y être partiellement condensée, par échange thermique avec le courant de tête 84 et éventuellement, avec la fraction d'alimentation de colonne 46, lorsqu'elle est présente.

**[0084]** La deuxième fraction détendue 91B issue du deuxième échangeur thermique 28 forme un deuxième courant de reflux qui est convoyé jusqu'à la colonne 30 pour y être introduit dans la partie supérieure à un niveau N12 situé par exemple entre le niveau N1 et le niveau N2, au quatrième étage en partant du haut de la colonne.

55 **[0085]** Des exemples de températures, de pressions, et de débits molaires des différents courants sont donnés dans le Tableau 1 ci-dessous.

EP 2 659 211 B1

TABLEAU 1

Courant	Température (°C)	Pression (bara)	Débit (kmol/h)
12,90	40,0	63,1	13074
82	16,3	17,2	1926
16	30,0	62,0	15000
41A	30,0	62,0	12500
41B	30,0	62,0	2500
42	-26,7	61,0	12500
44	-26,7	61,0	11195
45	-26,7	61,0	1305
46	-26,7	61,0	2460
48	-26,7	61,0	8735
49	-102,8	60,0	2460
52	-111,2	17,2	2460
54, 56	-78,6	17,2	8735
60	-48,2	17,2	1305
84	-104,8	17,0	13074
86	22,9	16,0	13074
87A	22,9	16,0	9387
87B	22,9	16,0	3687
88	40,0	24,3	13074
91A	-25,5	18,2	2500
91B	-102,5	17,2	2500

[0086] Le Tableau 2 ci-dessous illustre la puissance consommée par le compresseur 36 en fonction du débit de la deuxième fraction 41B envoyée vers la deuxième turbine 40.

TABLEAU 2

Récupération d'éthane (%moles)	Débit vers turbine 40 (kmol/h)	Puissance turbine 26 (kW)	Puissance turbine 40 (kW)	Puissance compresseur 36 (kW)
87,20	0	4381	0	14111
87,20	1600	3974	923	12996
87,20	2500	3574	1405	12244

[0087] La consommation énergétique du procédé selon l'invention, constituée par l'énergie d'entraînement du deuxième compresseur 36, est de 12244 kW, contre 14111 kW avec un procédé de l'état de la technique selon US 4,157,904 ou US 4,278,457, dans lequel le même débit de charge à traiter est utilisé et la même récupération atteinte.

[0088] Par rapport à l'état de la technique, le procédé selon l'invention permet donc d'obtenir une réduction significative de la puissance consommée, tout en conservant une forte sélectivité pour l'extraction d'éthane.

[0089] 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.

[0090] Le deuxième procédé diffère du premier procédé en ce qu'un courant de soutirage 92 est prélevé dans le

## EP 2 659 211 B1

courant de tête comprimé 90.

**[0091]** Le courant de soutirage 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.

**[0092]** 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 troisième vanne de détente statique 94.

**[0093]** Le courant 96, qui avant détente dans la vanne 94, est essentiellement liquide, possède après détente une fraction liquide supérieure à 0,8.

**[0094]** Le courant de soutirage détendu 96 issu de la troisième 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.

**[0095]** 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 -113,5°C.

**[0096]** Des exemples de températures, de pressions et de débits molaires des différents courants sont donnés dans le Tableau 3 ci-dessous.

TABLEAU 3

Courant	Température (°C)	Pression (bara)	Débit (kmol/h)
12	40,0	63,1	12962
82	15,5	17,7	2038
16	30,0	62,0	15000
41A	30,0	62,0	13000
41B	30,0	62,0	2000
42	-26,0	61,0	13000
44	-26,0	61,0	11676
45	-26,0	61,0	1324
46	-26,0	61,0	1865
48	-26,0	61,0	9811
49	-108,7	60,0	1865
52	-111,2	17,7	1865
54, 56	-76,9	17,7	9811
60	-46,9	17,7	1324
84	-110,7	17,5	14786
86	25,1	16,5	14786
87A	25,1	16,5	11566
87B	25,1	16,5	3220
88	40,0	24,0	14786
90	40,0	63,1	14786
91A	-24,4	18,7	2000
91B	-105,0	17,7	2000
92	40,0	63,1	1824
96	-113,5	17,7	1824

**[0097]** Dans une variante (non représentée), le deuxième compresseur 36 peut comprendre deux étages de compression séparés par un aéro-réfrigérant.

**[0098]** La puissance consommée par le compresseur 36 (mono-étagé) en fonction du débit de la deuxième fraction

## EP 2 659 211 B1

de courant d'alimentation 41B est donnée dans le tableau 4 ci-après.

TABLEAU 4

Récupération d'Éthane % mole	Débit vers la turbine 40 kmol/h	Puissance de la turbine 26 kW	Puissance de la turbine 40 kW	Puissance du compresseur 36 kW
99,00	0	4421	0	15416
99,00	1000	4235	546	14510
99,00	1700	4051	928	14202
99,00	2000	3951	1100	14105
99,00	2500	3738	1415	14121

**[0099]** Le deuxième procédé selon l'invention permet donc d'obtenir des taux de récupération d'éthane extrêmement élevés, supérieurs à 90%, et notamment supérieurs à 99%. Cette récupération quasi-totale de l'éthane contenu dans le courant d'alimentation 16 peut être obtenue comme dans le procédé décrit dans US 5,568,737, mais avec une économie en terme de puissance consommée qui peut être supérieure à 8%, de l'ordre de 1300 kW.

**[0100]** Une troisième installation 170 selon l'invention est représentée sur la Figure 3.

**[0101]** La troisième installation 170 est destinée à la mise en oeuvre d'un troisième procédé selon l'invention.

**[0102]** Le troisième procédé selon l'invention diffère du premier procédé selon l'invention en ce que la fraction d'alimentation détendue 54 destinée à la colonne 30 est introduite au moins partiellement dans le deuxième échangeur thermique 28 pour y être mise en relation d'échange thermique avec le courant gazeux 84 de tête de colonne riche en méthane, avec la deuxième fraction d'alimentation détendue 91A issue de la deuxième turbine de détente dynamique 40, et avantageusement avec la fraction d'alimentation de colonne 46, lorsque celle-ci est présente.

**[0103]** La fraction 54 est ainsi refroidie jusqu'à une température inférieure à - 60°C, et notamment sensiblement égale à - 84°C. Elle est au moins partiellement condensée pour former le premier courant de reflux refroidi 56.

**[0104]** Le courant de reflux refroidi 56 est alors introduit dans la partie moyenne de la colonne 30 au niveau N2, comme décrit précédemment.

**[0105]** Une dérivation peut être prévue pour introduire une partie de la fraction détendue 54 dans la colonne 30 sans passer par l'échangeur 28.

**[0106]** Des exemples de températures, de pressions et de débits molaires des différents courants sont donnés dans le Tableau 5 ci-après.

TABLEAU 5

Courant	Température (°C)	Pression (bara)	Débit (kmol/h)
<b>12,90</b>	40,0	63,1	13071
<b>82</b>	17,4	17,7	1929
<b>16</b>	30,0	62,0	15000
<b>41A</b>	30,0	62,0	13340
<b>41B</b>	30,0	62,0	1560
<b>42</b>	-26,5	61,0	13440
<b>44</b>	-26,5	61,0	12049
<b>45</b>	-26,5	61,0	1391
<b>46</b>	-26,5	61,0	2328
<b>48</b>	-26,5	61,0	9721
<b>49</b>	-102,2	60,0	2328
<b>52</b>	-110,5	17,7	2328
<b>54</b>	-77,5	17,7	9721

## EP 2 659 211 B1

(suite)

Courant	Température	Pression	Débit
	(°C)	(bara)	(kmol/h)
<b>56</b>	-84,4	17,6	9721
<b>60</b>	-47,5	17,7	1391
<b>84</b>	-104,2	17,5	13071
<b>86</b>	24,3	16,5	13071
<b>87A</b>	24,3	16,5	10714
<b>87B</b>	24,3	16,5	2358
<b>88</b>	40,0	24,6	13071
<b>91A</b>	-24,5	18,7	1560
<b>91B</b>	-102,2	17,7	1560

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

**[0107]** Une quatrième installation 180 selon l'invention est représentée sur la Figure 4. La quatrième installation 180 est destinée à la mise en oeuvre d'un quatrième procédé selon l'invention.

**[0108]** Le quatrième procédé selon l'invention diffère du troisième procédé selon l'invention, représenté sur la Figure 3, en ce qu'un courant de soutirage 92 est prélevé dans le courant de tête comprimé 90, puis est passé successivement dans le premier échangeur thermique 20, puis dans le deuxième échangeur thermique 28, comme décrit dans le deuxième procédé selon l'invention.

**[0109]** Le quatrième procédé selon l'invention est par ailleurs analogue au troisième procédé selon l'invention.

**[0110]** Une cinquième installation 210 selon l'invention est représentée sur la Figure 5. Cette cinquième installation 210 est destinée à la mise en oeuvre d'un cinquième procédé selon l'invention.

**[0111]** La cinquième installation 210 est destinée à avantageusement augmenter la récupération des  $C_2^+$  dans une installation existante notamment du type décrit dans les brevets US 4,157,904 et US 4,278,457.

**[0112]** L'installation existante comprend le premier échangeur thermique 20, le premier ballon séparateur 22, la colonne de distillation 30, le premier compresseur 32 accouplé à la première turbine de détente 26 et le deuxième compresseur 36.

**[0113]** La cinquième installation 210 selon l'invention comprend en outre une deuxième turbine de détente dynamique 40, un troisième compresseur 41, et un ballon aval 152 pour recueillir l'effluent de la deuxième turbine de détente dynamique 40.

**[0114]** L'installation 210 comprend de plus un échangeur thermique amont 212, un échangeur thermique aval 214, et une colonne auxiliaire de distillation 216 munie d'une pompe auxiliaire de fond 218.

**[0115]** La cinquième installation 210 comprend également un quatrième compresseur 220 interposé entre deux aéro-réfrigérants 222A, 222B.

**[0116]** La cinquième installation 210 comprend en outre un ballon aval 152, disposé en aval de la deuxième turbine 40.

**[0117]** Le cinquième procédé selon l'invention diffère du premier procédé selon l'invention en ce que le courant d'alimentation 16 est en outre séparé en une troisième fraction 224 du courant d'alimentation qui est introduite dans l'échangeur thermique amont 212, avant d'être mélangée avec la première fraction 41A issue de l'échangeur 20 pour former la première fraction 42 refroidie.

**[0118]** Le rapport du débit molaire de la troisième fraction 224 au débit molaire du courant d'alimentation 16 est supérieur à 5%.

**[0119]** Ainsi, le cinquième procédé selon l'invention diffère du premier procédé selon l'invention en ce que la deuxième fraction d'alimentation 91A refroidie et partiellement liquéfiée est introduite dans le ballon aval 152.

**[0120]** Cette fraction 91A est séparée dans le ballon aval 152 en un deuxième courant de pied liquide 154 et en un deuxième courant de tête gazeux 156.

**[0121]** Le deuxième courant de pied liquide 154 est introduit dans une quatrième vanne de détente statique 157 pour y être détendu sensiblement à la pression de la colonne 30 et former un deuxième courant de pied détendu 158.

**[0122]** A la différence du premier procédé selon l'invention décrit plus haut, le deuxième 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  $-70^\circ\text{C}$  et former un deuxième courant de tête refroidi 225.

**[0123]** Le deuxième courant de tête refroidi 225 est introduit dans la colonne auxiliaire 216 à un étage inférieur E1.

**[0124]** La colonne 216 présente un nombre d'étages théoriques inférieur au nombre d'étages théoriques de la colonne 30. Ce nombre d'étages est avantageusement compris entre 1 et 7. La colonne auxiliaire 216 opère à une pression

## EP 2 659 211 B1

sensiblement égale à celle de la colonne 30.

**[0125]** Le courant de pied détendu 158 obtenu après détente du deuxième courant de pied 154 dans la vanne 157 est introduit dans la colonne 30 à un niveau N1 correspondant avantageusement au premier étage depuis le haut de la colonne 30.

**[0126]** Une première partie 226 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 E1. Une deuxième partie 228 de la fraction 52 est introduite directement dans la colonne 30 au niveau N1, après mélange avec le courant 158.

**[0127]** La colonne auxiliaire 216 produit un courant auxiliaire de tête 230 riche en méthane et un courant auxiliaire de pied 232.

**[0128]** Le courant auxiliaire de tête 230 est mélangé au courant de tête 84 riche en méthane produit par la colonne de distillation 30.

**[0129]** 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 après mélange avec le courant 158.

**[0130]** Le courant 234 constitue donc un courant de reflux refroidi qui est obtenu à partir d'une partie de la fraction détendue 91A issue de la deuxième turbine de détente dynamique 40, après séparation de cet effluent.

**[0131]** 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.

**[0132]** Le rapport du débit molaire de la fraction majoritaire 236 à la fraction minoritaire 238 est supérieur à 1,5.

**[0133]** 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.

**[0134]** La deuxième fraction 238 de courant de tête est passée dans l'échangeur thermique aval 214 à contre-courant du deuxième courant de tête 156 pour s'y réchauffer jusqu'à une température supérieure à  $-50^{\circ}\text{C}$  et former une deuxième fraction réchauffée 240.

**[0135]** La deuxième fraction réchauffée 240 est ensuite séparée en un courant de retour 242, et en un courant de compression 244.

**[0136]** 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.

**[0137]** 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  $-10^{\circ}\text{C}$  pour former un courant de recompression réchauffé 246.

**[0138]** Une première partie 248 du courant de recompression 246 est mélangée à la première fraction du courant de tête 86, en aval du premier échangeur thermique 20 pour former le courant de tête réchauffé 87A.

**[0139]** Une deuxième partie 250 du courant de recompression 246 est introduite dans le troisième compresseur 41, puis dans l'aéro-réfrigérant 222A, avant d'être recomprimée dans le quatrième compresseur 220 et d'être introduite dans l'aéro-réfrigérant 222B.

**[0140]** La deuxième partie comprimée 252 issue de l'aéro-réfrigérant 222B présente une température inférieure à  $60^{\circ}\text{C}$  et notamment sensiblement égale à  $40^{\circ}\text{C}$  et une pression supérieure à 35 bars et notamment égale à 63,1 bars.

**[0141]** Cette première partie comprimée 252 est mélangée avec le courant de tête comprimé 90 pour former le courant riche en méthane 12.

**[0142]** La cinquième installation 210 et le cinquième procédé selon l'invention permettent donc d'augmenter le taux de récupération d'hydrocarbures en  $\text{C}_2^+$  dans une installation de l'état de la technique existante, sans avoir à modifier les équipements existants de l'installation, et notamment en conservant les échangeurs thermiques 20 et 28, la colonne 30, les compresseurs 32, 36 et la turbine 26 identiques et en utilisant les entrées déjà présentes sur la colonne 30.

**[0143]** Pour conserver les équipements existants intacts et améliorer la récupération en  $\text{C}_2^+$ , la pression de la colonne 30 a été légèrement diminuée. Sans contre-mesure, cette diminution aurait entraîné l'augmentation de la puissance du compresseur 36.

**[0144]** Toutefois, l'ajout du compresseur 220 permet de pallier ce problème. En outre, le débit à travers la turbine 26 existante et sa puissance n'ont pas été augmentés par rapport à l'unité existante.

**[0145]** Cette installation permet néanmoins d'obtenir, avec un excellent rendement, une récupération d'éthane très supérieure à celle observée dans l'état de la technique.

**[0146]** Une sixième installation 270 selon l'invention est représentée sur la Figure 6. Cette sixième installation 270 est destinée à la mise en oeuvre d'un sixième procédé selon l'invention.

**[0147]** Le sixième procédé selon l'invention diffère du cinquième procédé selon l'invention en ce qu'un courant de soutirage 92 est prélevé dans le courant de tête riche en méthane comprimé 90, avantageusement en amont du point d'introduction de la deuxième partie comprimée 252 dans le courant 90.

**[0148]** Le courant de soutirage 92 est réintroduit dans la colonne 30 à un niveau N14 de tête. A la différence du cinquième procédé selon l'invention, la deuxième partie 228 de la fraction 52 et le courant de pied détendu 158 sont introduits dans la colonne à un niveau N1 situé sous le niveau de tête N14 et au-dessus du niveau N2.

**[0149]** La mise en oeuvre du sixième procédé selon l'invention est par ailleurs analogue à celle du cinquième procédé selon l'invention.

**[0150]** Pour conserver la récupération en  $C_2^+$  de 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 du courant d'alimentation 16.

**[0151]** En outre, la capacité de la première turbine de détente dynamique 26 a été conservée constante. La deuxième turbine de détente dynamique 40 est utilisée pour traiter l'ajout de capacité.

**[0152]** La présence d'une colonne auxiliaire 216 permet également d'éviter l'engorgement de la colonne 30 lors de l'augmentation de débit.

**[0153]** La sixième installation selon l'invention permet de conserver une récupération d'éthane supérieure ou égale à 99%, 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.

**[0154]** Dans une variante qui n'est pas couverte par la présente invention (représentée en pointillés sur la Figure 1), pouvant s'appliquer chacun des modes de réalisation des Figures 1 à 6, la deuxième fraction 41B du courant d'alimentation est prélevée dans le premier échangeur 20 et non en amont de celui-ci. La deuxième fraction 41B est donc refroidie partiellement et est partiellement liquéfiée dans le premier échangeur thermique 20.

**[0155]** La deuxième fraction 41B issue du premier échangeur thermique 20 est alors éventuellement introduite dans un ballon séparateur amont 250. Elle est alors séparée dans le ballon séparateur amont 250 en une deuxième fraction liquide de pied 252 et en une deuxième fraction gazeuse de tête 254. La deuxième fraction de pied 252 est détendue dans une vanne de détente statique 256 jusqu'à une pression inférieure à 40 bars et sensiblement égale à la pression de la colonne 30.

**[0156]** La deuxième fraction de pied détendue 258 est ensuite introduite dans la colonne 30, avantageusement entre le niveau N11 et le niveau N8.

**[0157]** La deuxième fraction de tête 254 est introduite dans la deuxième turbine de détente dynamique 40 pour former la deuxième fraction d'alimentation détendue 91A.

**[0158]** Cette disposition avec un ballon séparateur amont s'applique aussi au cas où le courant d'alimentation 16 contient une fraction liquide.

**[0159]** Dans une autre variante (non représentée) des modes de réalisation des Figures 2, 4 et 6, l'installation comprend une vanne de dérivation d'une partie du courant de soutirage 92 pour dériver cette partie en amont de la première turbine de détente dynamique 26.

**[0160]** Dans cette variante de procédé, un courant de refroidissement d'appoint est prélevé dans le courant de soutirage obtenu après son passage dans le premier échangeur thermique 20. Le courant de refroidissement d'appoint est réintroduit en amont de la turbine 26, soit dans le courant de tête 44, soit en amont du ballon 22 dans le courant d'alimentation refroidi 42.

**[0161]** Dans une autre variante (non représentée) des modes de réalisation des Figures 1 à 6, l'installation comporte une pluralité de deuxièmes échangeurs 28, chacun étant destiné à recevoir une fraction du courant de tête 84 et un autre courant.

**[0162]** Le courant de tête 84 est alors divisé en une pluralité de fractions correspondant au nombre de deuxièmes échangeurs 28.

**[0163]** Chaque deuxième échangeur 28 peut alors mettre en échange thermique uniquement deux flux incluant chacun une fraction du courant de tête 84 et respectivement, la première fraction d'alimentation détendue 54, la deuxième fraction d'alimentation détendue 91A, et le cas échéant, la fraction d'alimentation de colonne 46 et/ou le courant de prélèvement 92.

**[0164]** Dans une autre variante (non représentée) des modes de réalisation des Figures 1 à 6, un courant de rebouillage est prélevé dans la colonne de distillation à un niveau de prélèvement. Le courant de rebouillage est ensuite mis en relation d'échange thermique avec au moins une partie de la deuxième fraction détendue 91A issue de la turbine de détente dynamique 40 et éventuellement avec la première fraction détendue 54 issue de la première turbine 26.

**[0165]** Cette mise en relation d'échange thermique peut être effectuée au sein du deuxième échangeur thermique 28.

**[0166]** Dans encore une autre variante (non représentée), un courant de détente auxiliaire est prélevé dans le courant de tête de colonne riche en méthane 86 issu du premier échangeur thermique 20. Ce courant de détente auxiliaire est introduit dans une turbine auxiliaire de détente dynamique, distincte de la première turbine de détente dynamique 26 et de la deuxième turbine de détente dynamique 40. Le courant détendu issu de la turbine auxiliaire est réintroduit dans le courant de tête de colonne riche en méthane, avant son passage dans le premier échangeur thermique 20 pour constituer un courant de refroidissement d'appoint du premier échangeur thermique 20.

**[0167]** Plus généralement, la totalité du courant de tête 44 issu du premier ballon 22 peut former la fraction 48 d'ali-

mentation de turbine. Le procédé selon l'invention est alors dépourvu de séparation du courant de tête 44.

## Revendications

5

1. Procédé de production d'un courant (12) riche en méthane et d'un courant (14) riche en hydrocarbures en  $C_2^+$  à partir d'un courant d'alimentation (16) contenant des hydrocarbures, le procédé comprenant les étapes suivantes :

10

- séparation du courant d'alimentation (16) en une première fraction (41A) du courant d'alimentation et en au moins une deuxième fraction (41B) du courant d'alimentation ;

- refroidissement de la première fraction (41A) du courant d'alimentation dans un premier échangeur thermique (20) ;

15

- introduction de la première fraction du courant d'alimentation refroidie (42) dans un premier ballon séparateur (22) pour produire un courant léger (44) de tête et un courant lourd (45) de pied ;

- détente d'une fraction d'alimentation de turbine (48) formée à partir du courant léger de tête (44) dans une première turbine (26) de détente dynamique jusqu'à une première pression (P1) et introduction d'au moins une partie (56) de la première fraction détendue (54) issue de la première turbine (26) dans une première colonne de distillation (30) ;

20

- détente d'au moins une partie du courant lourd de pied (45) pour former un courant de pied détendu (60) et introduction du courant de pied détendu (60) dans la première colonne de distillation (30) sans passer par le premier échangeur thermique (20) entre le premier ballon séparateur (22) et 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) ;

25

- 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 ;

30

le procédé comprenant les étapes suivantes :

- détente d'au moins une partie de la deuxième fraction du courant d'alimentation (41B) dans une deuxième turbine (40) de détente dynamique, distincte de la première turbine de détente dynamique (26) jusqu'à une deuxième pression, pour former une deuxième fraction détendue (91A) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (40)

35

- refroidissement et liquéfaction au moins partielle d'au moins une partie de la deuxième fraction détendue (91A) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (40) pour former un courant de reflux refroidi (91B ; 160 ; 232) et introduction du courant de reflux refroidi (91B ; 160 ; 232) dans la première colonne de distillation (30)

40

**caractérisé en ce que** la deuxième pression (P2) est sensiblement égale à la première pression (P1) pour que la différence entre la première pression et la deuxième pression soit inférieure à 8 bars

**et en ce que** la totalité de la deuxième fraction du courant d'alimentation (41B) est introduite dans la deuxième turbine de détente dynamique (40), sans refroidissement entre l'étape de séparation du courant d'alimentation (16) et l'étape d'introduction de la deuxième fraction (41B) du courant d'alimentation dans la deuxième turbine de détente dynamique (40).

45

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend l'introduction de la première fraction détendue (54) issue de la première turbine de détente dynamique (26) dans un deuxième échangeur thermique (28) pour y être refroidie et partiellement liquéfiée, la première fraction détendue refroidie formant un courant de reflux refroidi additionnel (56), le procédé comprenant l'introduction du courant de reflux refroidi additionnel (56) dans la première colonne de distillation (30).

50

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

55

- introduction de la deuxième fraction détendue (91A) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (40)

## EP 2 659 211 B1

dans un ballon séparateur aval (152) pour former un deuxième courant de tête gazeux (156) et un deuxième courant de pied liquide (154),

- refroidissement du deuxième courant de tête gazeux (156) pour former un courant de reflux refroidi.

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

- introduction d'au moins une partie de la deuxième fraction détendue (91A) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (40) dans une colonne auxiliaire (216), et

10 - formation du courant de reflux refroidi à partir du courant de pied (232) de la colonne auxiliaire (216).

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

15 - prélèvement d'une fraction secondaire (87B) de compression dans le courant de tête de colonne riche en méthane (86), avant le passage d'une fraction (87A) du courant de tête de colonne riche en méthane dans le premier compresseur (32),

- passage de la fraction secondaire (87B) dans un troisième compresseur (41) accouplé à la deuxième turbine de détente dynamique (40) ;

20 - introduction de la fraction secondaire comprimée issue du troisième compresseur (41) dans la fraction du courant de tête de colonne comprimé, en aval du premier compresseur (32).

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

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au moins** une partie de la deuxième fraction détendue (91A) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (40), au moins une fraction du courant de tête de colonne (84) et éventuellement la première fraction détendue (54) issue de la première turbine de détente dynamique (26), sont placés en relation d'échange thermique.

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

- division du courant léger (44) de tête en la fraction (48) d'alimentation de turbine et en une fraction (46) d'alimentation de colonne ;

40 - refroidissement et condensation au moins partielle de la fraction (46) d'alimentation de colonne dans un deuxième échangeur thermique (28),

- détente et introduction au moins partielle de la fraction d'alimentation de colonne refroidie dans la première colonne de distillation (30),

45 au moins une partie de la deuxième fraction détendue (91A) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (40) et la fraction d'alimentation de colonne (46) étant avantageusement placées en relation d'échange thermique.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'au moins** une fraction (238) du courant de tête (84) de colonne et au moins une partie de la deuxième fraction détendue (91A) issue de la deuxième turbine de détente dynamique sont placées en relation d'échange thermique dans un échangeur thermique aval (214) distinct du deuxième échangeur thermique (28).

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

55 - prélèvement d'un courant de soutirage (92) dans le courant de tête de colonne (90) ;

- refroidissement du courant de soutirage au moins dans le premier échangeur thermique (20) et introduction du courant de soutirage refroidi (96) dans la première colonne de distillation (30) ;

- éventuellement, échange thermique du courant de soutirage avec au moins une partie de la deuxième fraction

détendue (91A) issue de la deuxième turbine (40).

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

- 5
- 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 au moins une partie de la deuxième fraction détendue (91A) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (40) pour refroidir et au moins
  - 10 partiellement liquéfier la partie de la deuxième fraction détendue (91A) issue de la deuxième turbine de détente dynamique ; et
  - éventuellement, mise en relation d'échange thermique avec la première fraction détendue issue de la première turbine (26) ; et
  - 15 - réintroduction du courant de rebouillage (80) dans la première colonne de distillation (30) à un niveau inférieur au niveau de prélèvement.

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

- 20
- prélèvement d'un courant 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 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).
  - 25

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

- 30
- passage du courant de tête de colonne riche en méthane (84) dans le premier échangeur thermique (20) ;
  - prélèvement d'un courant de détente auxiliaire 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 dans une turbine auxiliaire de détente dynamique ;
  - introduction du courant détendu issu de la turbine auxiliaire de détente dynamique dans le courant de tête de
  - 35 colonne riche en méthane, avant son passage dans le premier échangeur thermique (20).

14. Installation de production d'un courant (12) riche en méthane et d'un courant (14) riche en hydrocarbures en  $C_2^+$  à partir d'un courant (16) d'alimentation contenant des hydrocarbures, du type comprenant :

- 40
- des moyens de séparation du courant d'alimentation (16) en une première fraction (41A) du courant d'alimentation et en au moins une deuxième fraction (41 B) du courant d'alimentation ;
  - un premier échangeur thermique (20) pour refroidir la première fraction (41A) du courant d'alimentation ;
  - des moyens d'introduction de la première fraction d'alimentation refroidie (42) dans un premier ballon sépa-
  - 45 rateur (22) pour produire un courant léger (44) de tête et un courant lourd (45) de pied ;
  - une première turbine (26) de détente dynamique et des moyens d'introduction d'une fraction d'alimentation de turbine (48) formée à partir du courant léger de tête dans la première turbine (26) de détente dynamique afin de détendre la fraction d'alimentation de turbine (48) jusqu'à une première pression ;
  - une première colonne de distillation (30) ;
  - des moyens d'introduction d'au moins une partie (56) de la première fraction détendue (54) dans la première
  - 50 turbine (26) dans la première colonne de distillation (30) ;
- des moyens de détente d'au moins une partie du courant lourd de pied (45) pour former un courant de pied détendu et des moyens d'introduction d'au moins une partie du courant de pied détendu (60) dans la
  - 55 première colonne de distillation (30), les moyens d'introduction du courant de pied détendu étant configurés pour que le courant de pied (45) ne passe pas par le premier échangeur thermique (20) entre le premier ballon séparateur et 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), le courant (14) riche en hydrocarbures en  $C_2^+$  étant formé 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,  
- au moins un premier compresseur (32) accouplé à la première turbine de détente dynamique (26) et au moins  
un deuxième compresseur (36) pour comprimer au moins une fraction du courant de tête de colonne (84) ;  
- des moyens de formation du courant riche en méthane (12) à partir du courant (90) de tête de colonne réchauffé  
et comprimé issu du deuxième compresseur (36) ;

l'installation comprenant :

- une deuxième turbine (40) de détente dynamique, distincte de la première turbine de détente dynamique (26),  
- des moyens d'introduction d'au moins une partie de la deuxième fraction du courant d'alimentation (41B) dans  
la deuxième turbine (40) de détente dynamique pour former une deuxième fraction détendue (91A) issue de la  
deuxième turbine de détente dynamique (40) à une deuxième pression,  
- des moyens de refroidissement et de liquéfaction au moins partielle d'au moins une partie de la deuxième  
fraction (91A) issue de la deuxième turbine de détente dynamique (40) pour former un courant de reflux refroidi  
(91B ; 160 ; 232) et des moyens d'introduction du courant de reflux refroidi (91B ; 160 ; 232) dans la première  
colonne de distillation (30),

**caractérisée en ce que** la deuxième turbine de détente dynamique est agencée pour que la deuxième pression  
soit sensiblement égale à la première pression afin que la différence entre la première pression et la deuxième  
pression soit inférieure à 8 bars ;

**et en ce que** l'installation (10) est configurée de sorte que la totalité de la deuxième fraction du courant d'alimentation  
(41B) est introduite dans la deuxième turbine de détente dynamique (40), sans refroidissement entre l'étape de  
séparation du courant d'alimentation (16) et l'étape d'introduction de la deuxième fraction (41B) du courant d'ali-  
mentation dans la deuxième turbine de détente dynamique (40).

15. Installation selon la revendication 14, **caractérisée en ce qu'elle** comporte :

- une colonne auxiliaire (216) ;  
- des moyens d'introduction d'au moins une partie de la deuxième fraction détendue (91A) issue de la deuxième  
turbine de détente dynamique (40) dans la colonne auxiliaire (216) ; et  
- des moyens de formation du courant de reflux refroidi à partir du courant de pied (232) de la colonne auxiliaire  
(216).

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines an Methan reichen Stroms (12) und eines an  $C_2^+$ -Kohlenwasserstoffen reichen  
Stroms (14) ausgehend von einem Versorgungsstrom (16), der Kohlenwasserstoffe enthält, wobei das Verfahren  
die folgenden Schritte umfasst:

- Trennen des Versorgungsstroms (16) in eine erste Fraktion (41A) des Versorgungsstroms und in wenigstens  
eine zweite Fraktion (41B) des Versorgungsstroms;  
- Kühlen der ersten Fraktion (41A) des Versorgungsstroms in einem 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;  
- Entspannen einer Turbinenversorgungsfraktion (48), die anhand des leichten Kopfstroms (44) gebildet wird,  
in einer ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung bis zu einem ersten Druck (P1) und Einleiten we-  
nigstens eines Teils (56) der ersten entspannten Fraktion (54), die von der ersten Turbine (26) stammt, in eine  
erste Destillationskolonne (30);  
- Entspannen wenigstens eines Teils des schweren Fußstroms (45), um einen entspannten Fußstrom (60) zu  
bilden, und Einleiten des entspannten Fußstroms (60) in die erste Destillationskolonne (30) ohne Durchgang  
durch den ersten Wärmetauscher (20) zwischen dem ersten Ballonabscheider (22) und der ersten Destillati-  
onskolonne (30);  
- Wiedergewinnen eines Kolonnenbodenstroms (82) am Fuß der ersten Destillationskolonne (30), wobei der  
an  $C_2^+$ -Kohlenwasserstoffen reiche Strom (14) anhand des Kolonnenbodenstroms (82) gebildet wird;  
- Wiedergewinnen und erneutes Erwärmen des an Methan reichen Kolonnenkopfstroms (84),  
- Komprimieren wenigstens einer Fraktion des Kolonnenkopfstroms (84) in wenigstens einem ersten Verdichter

(32), der mit der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung gekoppelt ist, und in wenigstens einem zweiten Verdichter (36);

- Bilden eines an Methan reichen Stroms (12) anhand des wiedererwärmten und verdichteten Kolonnenkopfstroms (90);

5

wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Entspannen wenigstens eines Teils der zweiten Fraktion (41B) des Versorgungsstroms in einer zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung, die von der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung verschieden ist, bis auf einen zweiten Druck, um eine zweite entspannte Fraktion (91A) zu bilden, die von der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung stammt,

10

- Kühlen und wenigstens teilweise Verflüssigen wenigstens eines Teils der zweiten entspannten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung stammt, um einen gekühlten Rückflussstrom (91B; 160; 232) zu bilden, und Einleiten des gekühlten Rückflussstroms (91B; 160; 232) in die erste Destillationskolonne (30),

15

**dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Druck (P2) im Wesentlichen gleich dem ersten Druck (P1) ist, damit die Differenz zwischen dem ersten Druck und dem zweiten Druck kleiner als 8 Bar ist,

und dass die Gesamtheit der zweiten Fraktion (41B) des Versorgungsstroms in die zweite Turbine (40) mit dynamischer Entspannung ohne Kühlung zwischen dem Schritt des Trennens des Versorgungsstroms (16) und dem Schritt des Einleitens der zweiten Fraktion (41B) des Versorgungsstroms in die zweite Turbine (40) mit dynamischer Entspannung eingeleitet wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es das Einleiten der ersten entspannten Fraktion (54), die von der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung stammt, in einen zweiten Wärmetauscher (28), um darin gekühlt und teilweise verflüssigt zu werden, umfasst, wobei die erste gekühlte entspannte Fraktion einen zusätzlichen gekühlten Rückflussstrom (56) bildet, wobei das Verfahren das Einleiten des zusätzlichen gekühlten Rückflussstroms (56) in die erste Destillationskolonne (30) umfasst.

25

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

30

- Einleiten der zweiten entspannten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung stammt, in einen stromabseitigen Ballonabscheider (152), um einen zweiten gasförmigen Kopfstrom (156) und einen zweiten flüssigen Fußstrom (154) zu bilden,

35

- Kühlen des zweiten gasförmigen Kopfstroms (156), um einen gekühlten Rückflussstrom zu bilden.

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

40

- Einleiten wenigstens eines Teils der zweiten entspannten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung stammt, in eine Hilfskolonne (216) und

- Bilden des gekühlten Rückflussstroms anhand des Fußstroms (232) der Hilfskolonne (216).

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

45

- Abgreifen einer sekundären Verdichtungsfraktion (87B) in dem an Methan reichen Kolonnenkopfstrom (86) vor dem Durchgang einer Fraktion (87A) des an Methan reichen Kopfstroms durch den ersten Verdichter (32),

50

- Schicken der sekundären Fraktion (87B) in einen dritten Verdichter (41, der mit der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung gekoppelt ist;

- Einleiten der verdichteten sekundären Fraktion, die von dem dritten Verdichter (41) stammt, in die Fraktion des verdichteten Kolonnenkopfstroms stromabseitig des ersten Verdichters (32).

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Verdichter (36) eine erste Verdichtungsstufe, wenigstens eine zweite Verdichtungsstufe und einen Kühler, der zwischen die erste Verdichtungsstufe und die zweite Verdichtungsstufe eingefügt ist, umfasst, wobei das Verfahren einen Schritt des Schickens des verdichteten Kolonnenkopfstroms (88), der von dem ersten Verdichter stammt, nacheinander in die

55

erste Verdichtungsstufe, in den Kühler und dann in die zweite Verdichtungsstufe umfasst.

5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Teil der zweiten entspannten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung stammt, wenigstens eine Fraktion des Kolonnenkopfstroms (84) und eventuell die erste entspannte Fraktion (54), die von der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung stammt, in einer Wärmeaustauschbeziehung angeordnet werden.

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

- Unterteilen des leichten Kopfstroms (44) in die Turbinenversorgungsfraktion (48) und in eine Kolonnenversorgungsfraktion (46);
- Kühlen und wenigstens teilweise Kondensieren der Kolonnenversorgungsfraktion (46) in einem zweiten Wärmetauscher (28),
- 15 - Entspannen und wenigstens teilweise Einleiten der gekühlten Kolonnenversorgungsfraktion in die erste Destillationskolonne (30),

20 wobei wenigstens ein Teil der zweiten entspannten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung stammt, und die Kolonnenversorgungsfraktion (46) vorteilhaft in einer Wärmeaustauschbeziehung angeordnet werden.

25 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Fraktion (238) des Kolonnenkopfstroms (84) und wenigstens ein Teil der zweiten entspannten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine mit dynamischer Entspannung stammt, in einer Wärmeaustauschbeziehung in einem stromabseitigen Wärmetauscher (214), der von dem zweiten Wärmetauscher (28) verschieden ist, angeordnet werden.

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

- Abgreifen eines Anzapfstroms (92) in dem Kolonnenkopfstrom (90);
- Kühlen des Anzapfstroms wenigstens in dem ersten Wärmetauscher (20) und Einleiten des gekühlten Anzapfstroms (96) in die erste Destillationskolonne (30);
- eventuell Ausführen eines Wärmeaustauschs zwischen dem Anzapfstrom und wenigstens einem Teil der zweiten entspannten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine (40) stammt.

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

- Abgreifen eines Aufkochstroms (80) in der ersten Destillationskolonne (30) auf einer Abgreifhöhe;
- 40 - Herstellen einer Wärmeaustauschbeziehung zwischen dem Aufkochstrom (80) und wenigstens einem Teil der zweiten entspannten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung stammt, um den Teil der zweiten entspannten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine mit dynamischer Entspannung stammt, zu kühlen und wenigstens teilweise zu verflüssigen; und
- eventuell Herstellen einer Wärmeaustauschbeziehung mit der ersten entspannten Fraktion, die von der ersten Turbine (26) stammt;
- 45 - erneutes Einleiten des Aufkochstroms (80) in die erste Destillationskolonne (30) auf einer Höhe, die niedriger als die Abgreifhöhe ist.

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

- Abgreifen eines Unterstützungskühlungsstroms in dem an Methan reichen Kopfstrom (84, 86, 88, 90) oder in einem Strom (92), der anhand des an Methan reichen Kopfstroms (84, 86, 88, 90) gebildet wird;
- 55 - Entspannen und Einleiten des entspannten Zusatzkühlungsstroms in einen Strom (42, 48), der stromaufseitig der ersten Entspannungsturbine (26) zirkuliert, vorteilhaft in die erste Fraktion des gekühlten Versorgungsstroms (42) oder in die Turbinenversorgungsfraktion (48).

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

umfasst:

- Schicken des an Methan reichen Kopfstroms (84) in den ersten Wärmetauscher (20);
- Abgreifen eines Hilfsentspannungsstroms in dem an Methan reichen Kopfstrom (84) nach seinem Durchgang durch den ersten Wärmetauscher (20);
- dynamisches Entspannen des Hilfsentspannungsstroms in einer Hilfsturbine mit dynamischer Entspannung;
- Einleiten des entspannten Stroms, der von der Hilfsturbine mit dynamischer Entspannung stammt, in den an Methan reichen Kolonnenkopfstrom vor seinem Durchgang durch den ersten Wärmetauscher (20).

14. Anlage für die Herstellung eines an Methan reichen Stroms (12) und eines an C<sub>2</sub><sup>+</sup>-Kohlenwasserstoffen reichen Stroms (14) anhand eines Versorgungsstroms (16), der Kohlenwasserstoffe enthält, des Typs, der Folgendes umfasst:

- Mittel zum Trennen des Versorgungsstroms (16) in eine erste Fraktion (41A) des Versorgungsstroms und in wenigstens eine zweite Fraktion (41B) des Versorgungsstroms;
- einen ersten Wärmetauscher (20) zum Kühlen der ersten Fraktion (41A) des Versorgungsstroms;
- Mittel zum Einleiten der ersten gekühlten Versorgungsfraktion (42) in einen ersten Ballonabscheider (22), um einen leichten Kopfstrom (44) und einen schweren Fußstrom (45) zu erzeugen;
- eine erste Turbine (26) mit dynamischer Entspannung und Mittel zum Einleiten einer Turbinenversorgungsfraktion (48), die anhand des leichten Kopfstroms gebildet wird, in die erste Turbine (26) mit dynamischer Entspannung, um die Turbinenversorgungsfraktion (48) bis auf einen ersten Druck zu entspannen;
- eine erste Destillationskolonne (30);
- Mittel zum Einleiten wenigstens eines Teils (56) der ersten entspannten Fraktion (54) in der ersten Turbine (26) in die erste Destillationskolonne (30);
- Mittel zum Entspannen wenigstens eines Teils des schweren Fußstroms (45), um einen entspannten Fußstrom zu bilden, und Mittel zum Einleiten wenigstens eines Teils des entspannten Fußstroms (60) in die erste Destillationskolonne (30), wobei die Mittel zum Einleiten des entspannten Fußstroms so konfiguriert sind, dass der Fußstrom (45) nicht durch den ersten Wärmetauscher (20) zwischen dem ersten Ballonabscheider und der ersten Destillationskolonne (30) verläuft;
- Mittel zum Wiedergewinnen eines Kolonnenbodenstroms (82) am Fuß der ersten Destillationskolonne (30), wobei der an C<sub>2</sub><sup>+</sup>-Kohlenwasserstoffen reiche Strom (14) anhand des Kolonnenbodenstroms (82) gebildet wird;
- Mittel zum Wiedergewinnen und erneuten Erwärmen des an Methan reichen Kolonnenkopfstroms (84),
- wenigstens einen ersten Verdichter (32), der mit der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung gekoppelt ist, und wenigstens einen zweiten Verdichter (36), um wenigstens eine Fraktion des Kolonnenkopfstroms (84) zu verdichten;
- Mittel zum Bilden des an Methan reichen Stroms (12) anhand des erneut erwärmten und verdichteten Kolonnenkopfstroms (90), der von dem zweiten Verdichter (36) stammt;

wobei die Anlage Folgendes umfasst:

- eine zweite Turbine (40) mit dynamischer Entspannung, die von der ersten Turbine (26) mit dynamischer Entspannung verschieden ist,
- Mittel zum Einleiten wenigstens eines Teils der zweiten Fraktion (41B) des Versorgungsstroms in die zweite Turbine (40) mit dynamischer Entspannung, um eine zweite entspannte Fraktion (91A) zu bilden, die von der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung stammt und einen zweiten Druck besitzt,
- Mittel zum Kühlen und wenigstens teilweisen Verflüssigen wenigstens eines Teils der zweiten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung stammt, um einen gekühlten Rückflussstrom (91B; 160; 232) zu bilden, und Mittel zum Einleiten des gekühlten Rückflussstroms (91B; 160; 232) in die erste Destillationskolonne (30),

**dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Turbine mit dynamischer Entspannung so beschaffen ist, dass der zweite Druck im Wesentlichen gleich dem ersten Druck ist, damit die Differenz zwischen dem ersten Druck und dem zweiten Druck kleiner als 8 Bar ist;

und dass die Anlage (10) so konfiguriert ist, dass die Gesamtheit der zweiten Fraktion (41B) des Versorgungsstroms in die zweite Turbine (40) mit dynamischer Entspannung ohne Kühlung zwischen dem Schritt des Trennens des Versorgungsstroms (16) und dem Schritt des Einleitens der zweiten Fraktion (41B) des Versorgungsstroms in die zweite Turbine (40) mit dynamischer Entspannung eingeleitet wird.

15. Anlage nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Folgendes umfasst:

- eine Hilfskolonne (216);
- Mittel zum Einleiten wenigstens eines Teils der zweiten entspannten Fraktion (91A), die von der zweiten Turbine (40) mit dynamischer Entspannung stammt, in die Hilfskolonne (216); und
- Mittel zum Bilden des gekühlten Rückflusstroms anhand des Fußstroms (232) der Hilfskolonne (216).

### Claims

1. A method for producing a methane-rich stream (12) and a C<sub>2</sub><sup>+</sup> hydrocarbon-rich stream (14) from a feed stream (16) containing hydrocarbons, the method comprising the following steps:

- separating the feed stream (16) into a first fraction (41A) of the feed stream and at least one second fraction (41B) of the feed stream;
- cooling the first fraction (41A) of the feed stream in a first heat exchanger (20);
- injecting the first fraction of the cooled feed stream (42) in a first separating flask to produce a light head stream (44) and a heavy bottoms stream (45);
- expanding a turbine feed fraction (48) formed from the light head stream (44) in a first dynamic expansion turbine (26) up to a first pressure (P1) and injecting at least part (56) of the first expanded fraction (54) coming from the first turbine (26) into a first distillation column (30);
- expanding at least part of the heavy bottoms stream (45) to form an expanded bottoms stream (60) and injecting the expanded bottoms stream (60) into the first distillation column (30) without going through the first heat exchanger (20) between the first separating flask (22) and the first distillation column (30);
- recovering a bottoms stream (82) at the bottom of the first distillation column (30), the C<sub>2</sub><sup>+</sup> hydrocarbon-rich stream (14) being formed from the column stream (82);
- recovering and heating a methane-rich overhead stream (84);
- compressing at least one fraction of the overhead stream (84) in at least a first compressor (32) coupled to the first dynamic expansion turbine (26) and in at least one second compressor (36);
- forming a methane-rich stream (12) from the heated and compressed overhead stream (90);

the method comprising the following steps:

- expanding at least part of the second fraction of the feed stream (41B) in a second dynamic expansion turbine (40), separate from the first dynamic expansion turbine (26), up to a second pressure, to form a second expanded fraction (91A) coming from the second dynamic expansion turbine (40),
- cooling and at least partially liquefying at least part of the second expanded fraction (91A) coming from the second dynamic expansion turbine (40) to form a cooled reflux stream (91B; 160; 232) and inject the cooled reflux stream (91B; 160; 232) in the first distillation column (30);

**characterized in that** the second pressure (P2) is substantially equal to the first pressure (P1) such that the pressure difference between the first pressure and the second pressure is less than 8 bars; and **in that** the entire second fraction of the feed stream (41B) is injected into the second dynamic expansion turbine (40), without cooling between the step for separating the feed stream (16) and the step for injecting the second fraction of the feed stream (41B) into the second dynamic expansion turbine (40).

2. The method according to claim 1, **characterized in that** it includes the injection of the first expanded fraction (54) from the first dynamic expansion turbine (26) into a second heat exchanger (28) to be cooled and partially liquefied therein, the first cooled expanded fraction forming an additional cooled reflux stream, the method including the injection of the additional cooled reflux stream (56) into the first distillation column (30).

3. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises the following steps:

- injecting the second expanded fraction (91A) coming from the second dynamic expansion turbine (40) into a downstream separating flask (152) to form a second gas head stream (156) and a second liquid bottoms stream (154),
- cooling the second gas head stream (156) to form a cooled reflux stream.

4. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises the following steps:

- injecting at least part of the second expanded fraction (91A) from the second dynamic expansion turbine (26) into an auxiliary column (216), and
- forming a cooled reflux stream from the bottoms stream (232) of the auxiliary column (216).

5. The method according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** it comprises the following steps:

- removing a secondary compression fraction (87B) in the methane-rich overhead stream (86), before the passage of a fraction (87A) of the methane-rich overhead stream in the first compressor (32),
- passage of the secondary fraction (87B) in a third compressor (41) coupled to the second dynamic expansion turbine (40);
- injecting the compressed secondary fraction from the third compressor (41) into the fraction of the compressed overhead stream, downstream of the first compressor (32).

6. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the second compressor (36) comprises a first compression stage, at least one second compression stage, and a refrigerant inserted between the first compression stage and the second compression stage, the method including a step for passage of the compressed overhead stream (88) from the first compressor successively in the first compression stage, the refrigerant, then the second compression stage.

7. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** at least part of the second expanded fraction (91A) from the second dynamic expansion turbine (40), at least one fraction of the overhead stream (84), and possibly the first expanded fraction (54) from the first dynamic expansion turbine (26), are placed in a heat exchange relationship.

8. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises the following steps:

- dividing the light head stream (44) into the turbine feed fraction (48) and a column feed fraction (46);
- cooling and at least partially condensing the column feed fraction (46) in a second heat exchanger (28),
- expanding and at least partially injecting the cooled column feed fraction into the first distillation column (30),

at least part of the second expanded fraction (91A) from the second dynamic expansion turbine (40) and the column feed fraction (46) advantageously being placed in a heat exchange relationship.

9. The method according to claim 8, **characterized in that** at least a fraction (238) of the overhead stream (84) and at least one part of the second expanded fraction (91A) from the second dynamic expansion turbine are placed in a heat exchange relationship in a downstream heat exchanger (214) separate from the second heat exchanger (28).

10. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises the following steps:

- removing a bleed stream (92) from the overhead stream (90);
- cooling the bleed stream at least in the first heat exchanger (20) and injecting the cooled bleed stream (96) into the first distillation column (30); and
- possibly, heat exchange of the bleed stream with at least part of the second expanded fraction (91A) from the second turbine (40).

11. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises the following steps:

- removing a reboiling stream (80) in the first distillation column (30) at a removal level;
- putting the reboiling stream (80) in a heat exchange relationship with at least part of the second expanded fraction (91A) coming from the second dynamic expansion turbine (40) to cool and at least partially liquefy the part of the expanded second fraction (91A) coming from the second dynamic expansion turbine; and
- possibly, placement in a heat exchange relationship with the first expanded fraction from the first turbine (26);
- reinjecting the reboiling stream (80) into the first distillation column (30) at a level below the removal level.

12. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises the following steps:

## EP 2 659 211 B1

- removing an extra cooling stream from the methane-rich overhead stream or from the stream formed from the methane-rich overhead stream (84, 86, 88, 90) or a stream (92) formed from the methane-rich overhead stream (84, 86, 88, 90);
- expanding and injecting the expanded extra cooling stream into a stream (42, 48) circulating upstream of the first expansion turbine (26), advantageously in the first fraction of the cooled feed stream (42) or in the turbine feed fraction (48).

13. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises the following steps:

- passage of the methane-rich overhead stream (84) in the first heat exchanger (20);
- removal of an auxiliary expansion stream in the methane-rich overhead stream (84), after its passage in the first heat exchanger (20);
- dynamic expansion of the auxiliary expansion stream in an auxiliary dynamic expansion turbine;
- injecting the expanded stream from the auxiliary dynamic expansion turbine into the methane-rich overhead stream, before its passage in the first heat exchanger (20).

14. An equipment for producing a methane-rich stream (12) and a C<sub>2</sub><sup>+</sup> hydrocarbon-rich stream (14) from a feed stream (16) containing hydrocarbons, of the type comprising:

- means for separating the feed stream (16) into a first fraction (41A) of the feed stream and at least one second fraction (41B) of the feed stream;
- a first heat exchanger (20) to cool the first fraction (41A) of the feed stream;
- means for injecting the first cooled feed fraction (42) into a first separating flask (22) to produce a light head stream (44) and a heavy bottoms stream (45);
- a first dynamic expansion turbine (26) and means for injecting a turbine feed fraction (48) formed from the light head stream into the first dynamic expansion turbine (26) so as to expand the turbine feed fraction (48) up to a first pressure;
- a first distillation column (30);
- means for injecting at least part (56) of the first expanded fraction (54) into the first turbine (26) in the first distillation column (30);
- means for expanding at least part of the heavy bottoms stream (45) to form an expanded bottoms stream and means for injecting at least part of the expanded bottoms stream (60) into the first distillation column (30), the means for injecting the expanded bottoms stream being configured so that the bottoms stream (45) does not pass through the first heat exchanger (20) between the first separating flask and the first distillation column (30);
- means for recovering a bottoms stream (82) at the bottom of the first distillation column (30), the C<sub>2</sub><sup>+</sup> hydrocarbon-rich stream (14) being formed from the bottoms stream (82);
- means for recovering and heating a methane-rich overhead stream (84),
- at least one first compressor (32) coupled to the first dynamic expansion turbine (26) and at least one second compressor (36) to compress at least one fraction of the overhead stream (84);
- means for forming a methane-rich stream (12) from the heated and compressed overhead stream (90) from the second compressor (36);

the equipment comprising :

- a second dynamic expansion turbine (40), separate from the first dynamic expansion turbine (26),
- means for injecting at least part of the second fraction of the feed stream (41B) into the second dynamic expansion turbine (40) to form a second expanded fraction (91A) from the second dynamic expansion turbine (40) at a second pressure; and
- means for cooling and at least partially liquefying at least part of the second fraction (91A) from the second dynamic expansion turbine (40) to form a cooled reflux stream (91B; 160; 232) and means for injecting the cooled reflux stream (91B; 160; 232) into the first distillation column (30),

**characterized in that** the second dynamic expansion turbine is arranged so that the second pressure is substantially equal to the first pressure such that the pressure difference between the first pressure and the second pressure is less than 8 bars;

**and in that** the installation (10) is configured such that the entire second fraction of the feed stream (41B) is injected into the second dynamic expansion turbine (40), without cooling between the step for separating the feed stream (16) and the step for injecting the second fraction of the feed stream (41B) into the second dynamic expansion

turbine (40).

15. The equipment according to claim 14, **characterized in that** it comprises:

- 5           - an auxiliary column (216);
- means for injecting at least part of the second expanded fraction (91A) from the second dynamic expansion turbine (26) into the auxiliary column (216); and
- means for forming the cooled reflux stream from the bottoms stream (232) of the auxiliary column (216).

10

15

20

25

30

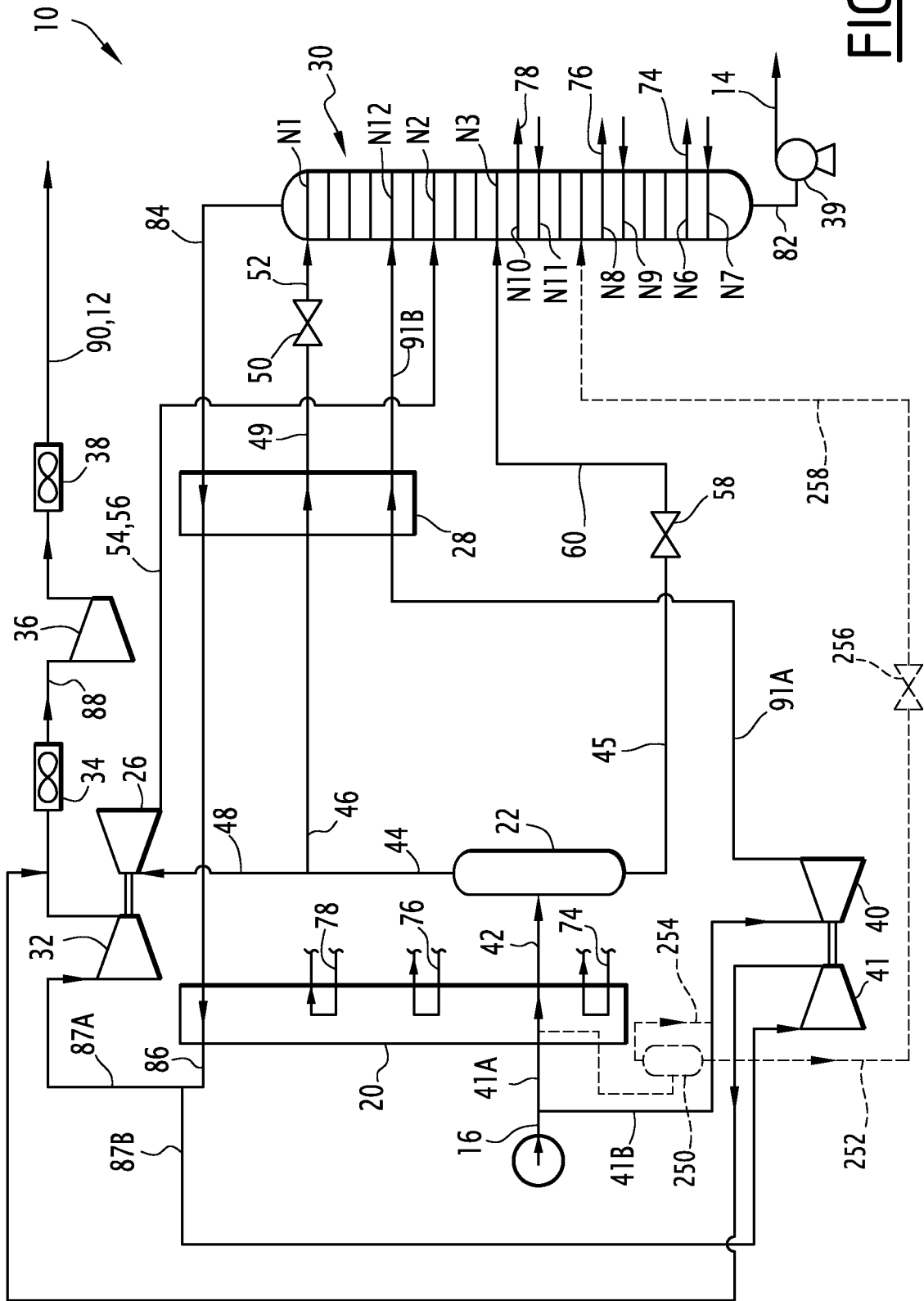
35

40

45

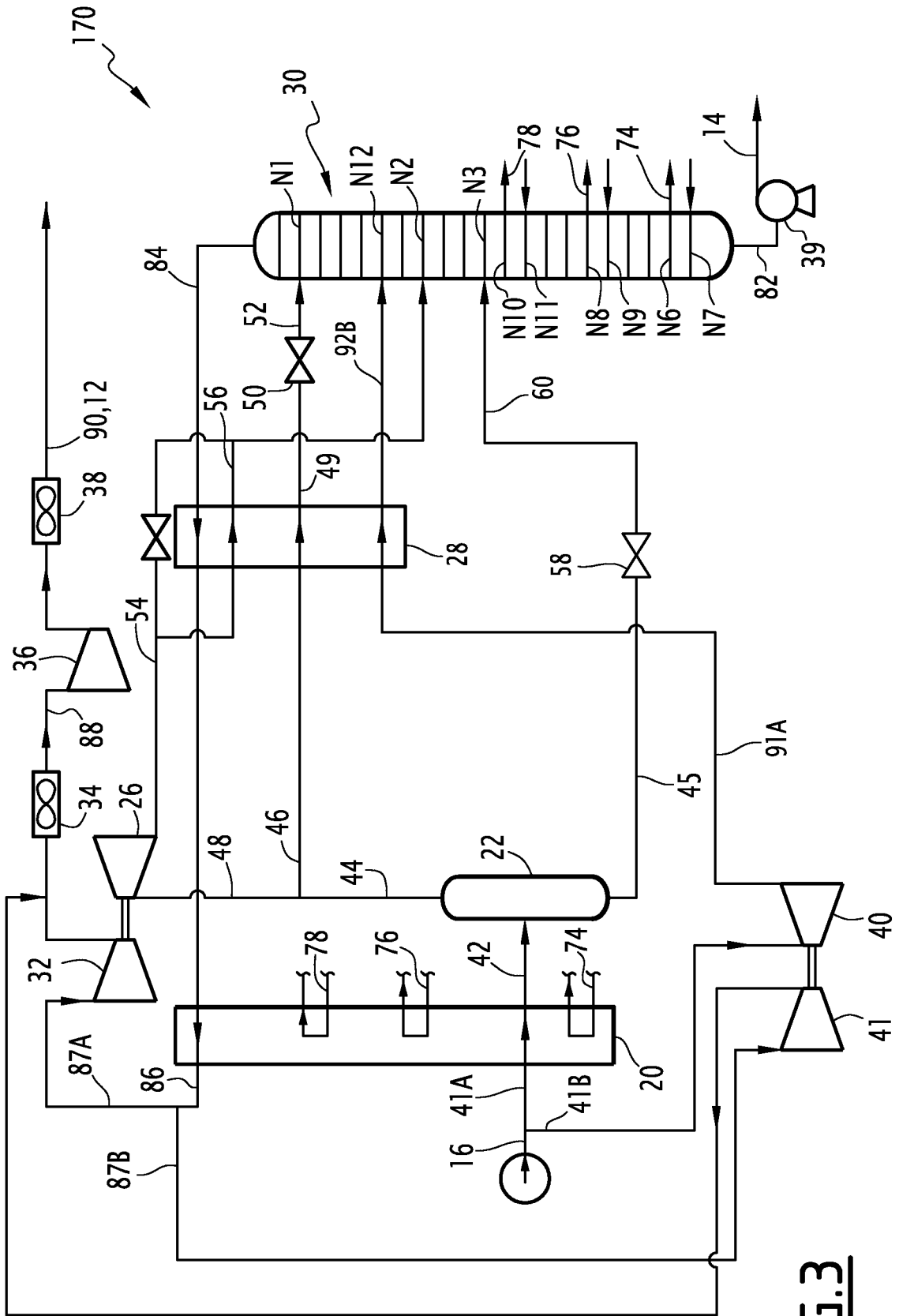
50

55

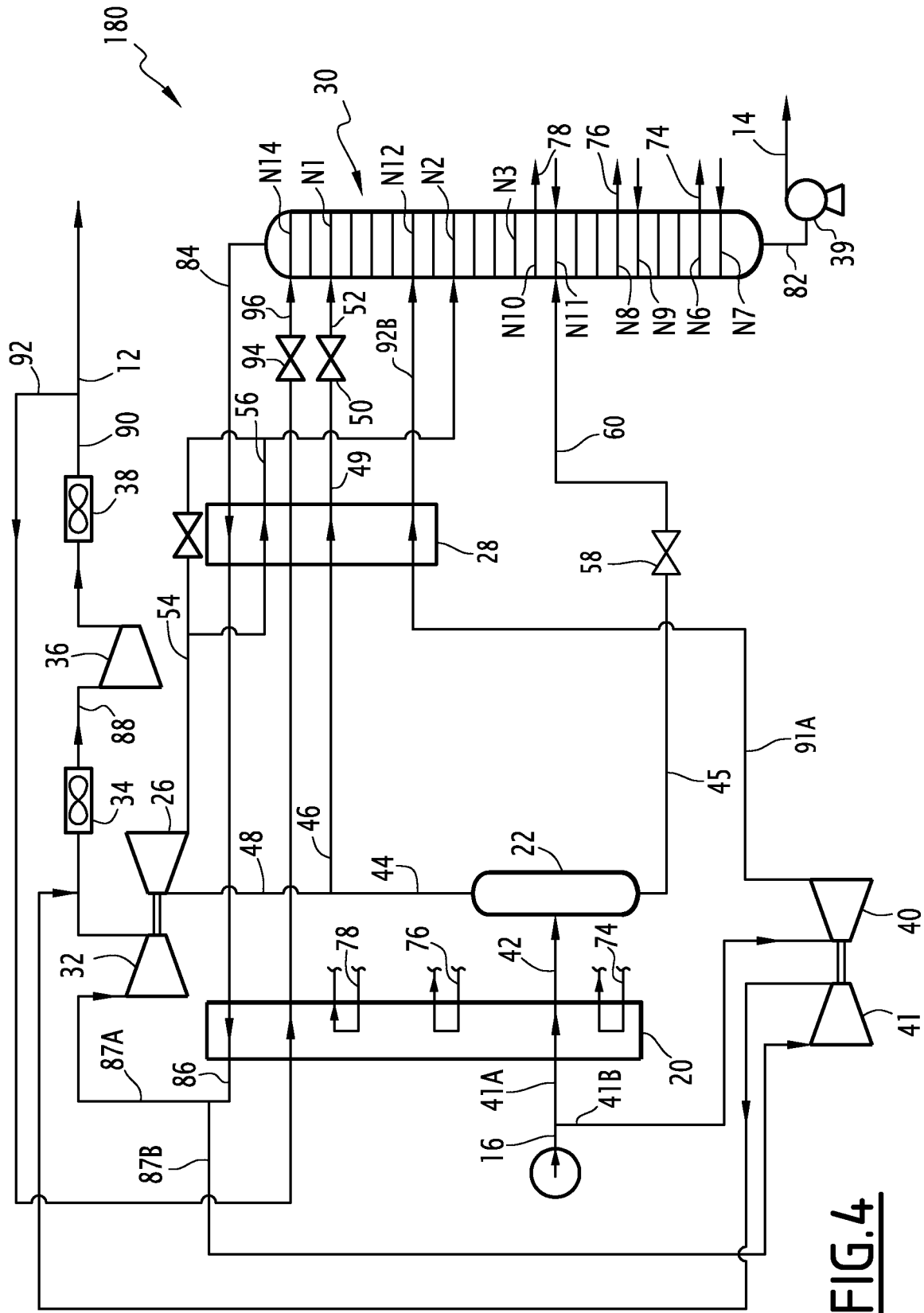


**FIG.1**





**FIG.3**



**FIG.4**

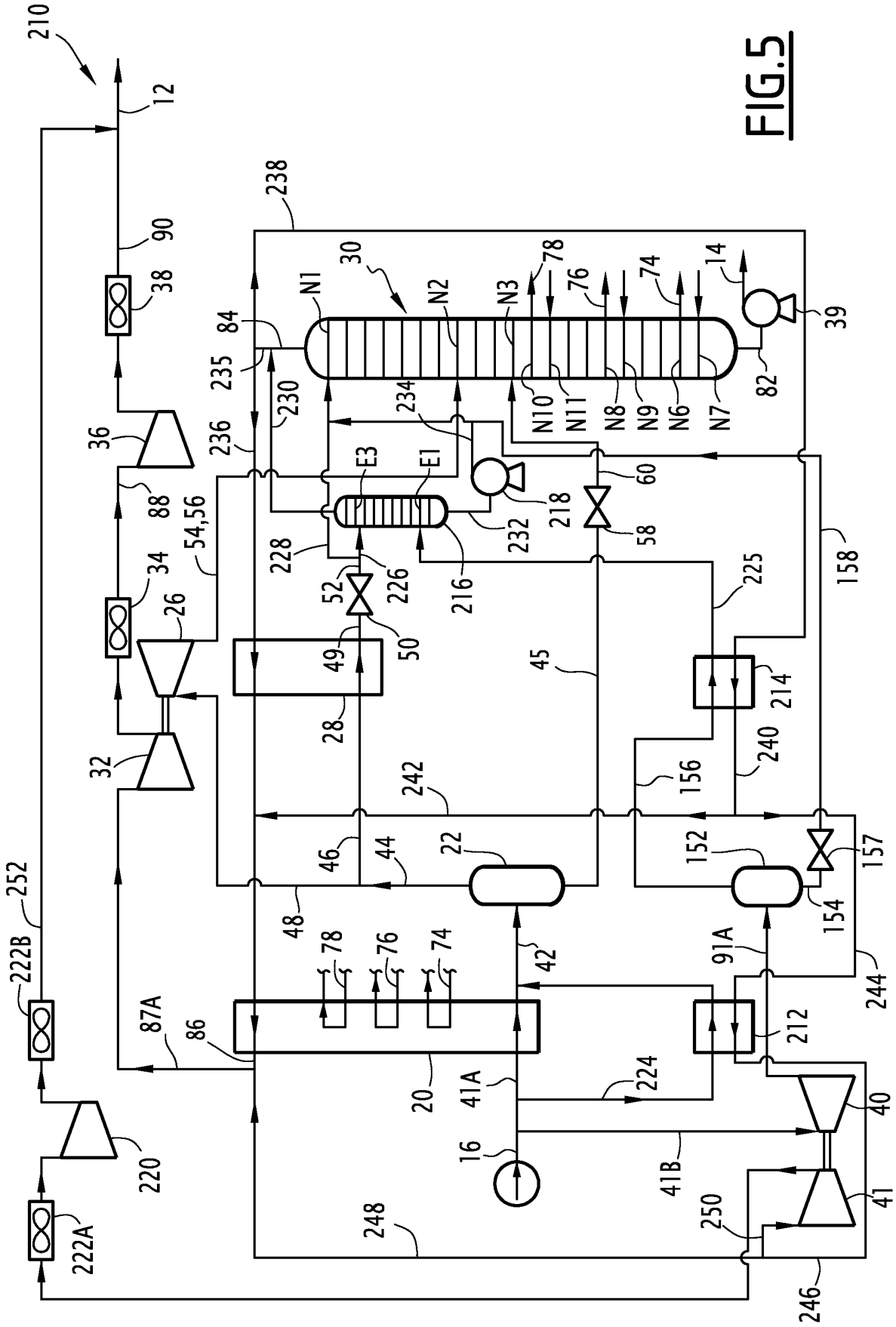


FIG. 5



**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 6526777 B [0003]
- US 5555748 A [0013]
- US 4157904 A [0087] [0111]
- US 4278457 A [0087] [0111]
- US 5568737 A [0099]