

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
13 octobre 2011 (13.10.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/124818 A2

(51) Classification internationale des brevets :
C10G 70/04 (2006.01) *C07C 11/04* (2006.01)
F25J 3/02 (2006.01) *C01B 3/50* (2006.01)
C07C 7/00 (2006.01)

Andresy (FR). **LAUGIER, Jean-Paul** [FR/FR]; 11, rue
Nicolas Fortin, F-75013 Paris (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2011/050671

(22) Date de dépôt international :
28 mars 2011 (28.03.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
10 52271 29 mars 2010 (29.03.2010) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
TECHNIP FRANCE [FR/FR]; 6-8 Allée de l'Arche,
Faubourg de l'Arche - ZAC Danton, F-92400 Courbevoie
(FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **SIMON,**
Yvon [FR/FR]; 121 rue du Général Leclerc, F-78570

(74) Mandataires : **DOMENEGO, Bertrand** et al.; Cabinet
Lavoix, 2, Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex
09 (FR).

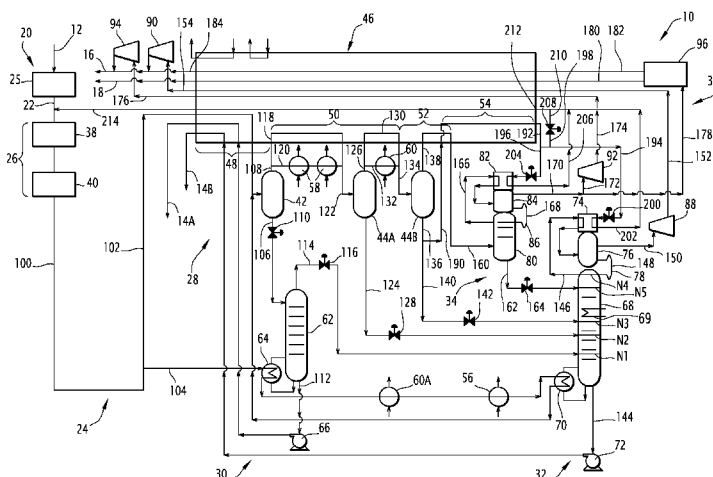
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : PROCESS FOR TREATING A STREAM OF CRACKED GAS COMING FROM A HYDROCARBON
PYROLYSIS PLANT, AND ASSOCIATED PLANT

(54) Titre : PROCÉDÉ DE TRAITEMENT D'UN COURANT DE GAZ CRAQUÉ ISSU D'UNE INSTALLATION DE
PYROLYSE D'HYDROCARBURES ET INSTALLATION ASSOCIÉE.



(57) Abstract : Process for treating a stream of cracked gas coming from a hydrocarbon pyrolysis plant, and associated plant. This process comprises the separation of an upstream partially condensed cracked gas stream in an intermediate separator (44B) so as to recover an intermediate liquid (136) and an intermediate cracked gas stream (138) and the injection of the intermediate liquid (140) into an intermediate demethanization column (68). The process includes sampling a portion of the intermediate liquid (136) and expanding at least a first fraction (194) obtained from the sampled portion (190). The process comprises bringing the expanded first fraction into heat exchange relationship with the overhead intermediate stream (146) from the column (68) in order for the overhead intermediate stream (146) to be at least partially condensed. The process includes the separation of the partially condensed overhead intermediate stream in a reflux first separator (76) so as to form a liquid stream (148) fed into the intermediate column (68) and a gaseous fuel stream (150).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/124818 A2



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

Ce procédé comporte la séparation d'un courant amont de gaz craqué partiellement condensé dans un séparateur intermédiaire (44B) pour récupérer un liquide intermédiaire (136) et un courant intermédiaire (138) de gaz craqué et l'introduction du liquide intermédiaire (140) dans une colonne intermédiaire (68) de déméthanisation. Le procédé comprend le prélèvement d'une partie du liquide intermédiaire (136) et la détente d'au moins une première fraction (194) obtenue à partir de la partie prélevée (190). Il comprend la mise en relation d'échange thermique de la première fraction détendue avec le courant intermédiaire de tête (146) issu de la colonne (68) pour condenser au moins partiellement le courant intermédiaire de tête (146). Le procédé comporte la séparation du courant intermédiaire de tête partiellement condensé dans un premier séparateur (76) de reflux pour former un courant liquide (148) introduit dans la colonne intermédiaire (68) et un courant gazeux de combustible (150).

Procédé de traitement d'un courant de gaz craqué issu d'une installation de pyrolyse d'hydrocarbures et installation associée

La présente invention concerne un procédé de traitement d'un courant de gaz craqué issu d'une installation de pyrolyse d'hydrocarbures, comprenant les étapes suivantes :

- 5 - refroidissement amont et condensation partielle d'un courant de gaz craqué brut dans au moins une région amont d'échange thermique ;
- séparation du courant de gaz craqué brut partiellement condensé dans au moins un séparateur amont pour récupérer un liquide amont et un courant amont de gaz craqué ;
- introduction du liquide amont dans une colonne amont de déméthanisation pour
10 récupérer en tête de la colonne amont, un courant amont de tête riche en méthane et, en pied de la colonne amont, un premier courant liquide riche en hydrocarbures en C_2^+ ;
- refroidissement intermédiaire et condensation partielle du courant amont de gaz craqué dans au moins une région intermédiaire d'échange thermique ;
- séparation du courant amont de gaz craqué partiellement condensé dans au moins
15 un séparateur intermédiaire pour récupérer au moins un liquide intermédiaire et un courant intermédiaire de gaz craqué ;
- introduction du ou de chaque liquide intermédiaire dans une colonne intermédiaire de déméthanisation pour récupérer, en tête de la colonne intermédiaire, un courant intermédiaire de tête, et en pied de la colonne intermédiaire, un deuxième courant liquide
20 riche en hydrocarbures en C_2^+ ;
- introduction d'au moins une partie du courant amont de tête issu de la colonne amont dans la colonne intermédiaire ;
- refroidissement aval et condensation partielle du courant intermédiaire de gaz craqué dans au moins une région aval d'échange thermique ;
- 25 - séparation du courant intermédiaire de gaz craqué partiellement condensé dans un ensemble aval de séparation pour récupérer un liquide aval et un courant aval de gaz traité ;
- introduction du liquide aval dans la colonne intermédiaire de déméthanisation.

Le gaz craqué est obtenu à partir d'une installation de pyrolyse d'hydrocarbures, telle qu'un four de vapocraquage. Le gaz introduit dans l'installation de pyrolyse contient
30 avantageusement de l'éthane, du propane, du butane, du naphta et/ou du gasoil seul ou en mélange.

Le procédé du type précité est destiné à traiter le gaz craqué pour pouvoir extraire plus de 99,5% en moles de l'éthylène contenu dans le gaz craqué, et pour obtenir une coupe

2

riche en éthylène présentant une teneur supérieure à 99,95% en moles d'éthylène.

Un procédé du type précité qui permet d'obtenir de telles performances est décrit par exemple dans US-5 253 479.

5 Ce procédé est mis en œuvre pour traiter de très grands volumes de gaz craqué, par exemple supérieurs à 50 tonnes par heure, notamment supérieurs à 100 tonnes par heure.

Pour garantir à la fois une très grande pureté du courant d'éthylène produit et un taux de récupération d'éthylène maximal, il est nécessaire de refroidir le gaz craqué par étape jusqu'à des températures inférieures à -100°C et notamment inférieures à -120°C .

10 A cet effet, le gaz craqué est refroidi successivement dans des régions d'échange thermique de plus en plus froides. Le gaz craqué est condensé partiellement dans chaque région d'échange thermique.

A la sortie de chaque région d'échange thermique, le liquide condensé contenant les hydrocarbures en C_2^+ est récupéré.

15 Les liquides condensés à plus haute température sont envoyés dans une colonne amont de déméthanisation pour récupérer en pied une première coupe riche en hydrocarbures en C_2^+ .

Les liquides intermédiaires et aval obtenus à plus basses températures sont envoyés dans une colonne intermédiaire de déméthanisation qui produit en pied une deuxième coupe riche en hydrocarbures en C_2^+ .

20 Le courant de tête issu de la colonne amont est introduit dans la colonne intermédiaire.

Dans US-5 253 479, pour améliorer encore la récupération d'éthylène, le courant de tête issu de la colonne intermédiaire de déméthanisation est introduit, après refroidissement, dans une troisième colonne de séparation. Le pied de la troisième colonne est alors réintroduit partiellement, après pompage dans une première pompe cryogénique, en reflux dans la colonne intermédiaire. La tête de la troisième colonne est introduite, après refroidissement et pompage par une deuxième pompe cryogénique, dans un absorbeur d'éthylène qui constitue la quatrième colonne de distillation.

30 Le procédé décrit dans US-5 253 479 est donc particulièrement efficace pour obtenir une excellente récupération de l'éthylène.

Compte tenu de la présence de quatre colonnes de distillation, et de deux pompes cryogéniques, la structure de l'installation et la consommation énergétique du procédé peuvent néanmoins encore être améliorées.

3

Un but de l'invention est donc d'obtenir, avec un investissement minimal, et une simplification des équipements, un procédé de traitement d'un gaz craqué qui permet d'extraire quasiment la totalité de l'éthylène contenu dans le gaz craqué, tout en présentant des performances énergétiques et opératoires améliorées.

5 A cet effet, l'invention a pour objet un procédé du type précité, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes suivantes :

- prélèvement d'une partie d'un liquide intermédiaire issu d'un séparateur intermédiaire et de refroidissement de la partie prélevée dans une région additionnelle d'échange thermique ;

10 - détente d'au moins une première fraction de refroidissement obtenue à partir de la partie prélevée et mise en relation d'échange thermique de la première fraction de refroidissement détendue avec le courant intermédiaire de tête dans un premier échangeur thermique de tête pour condenser au moins partiellement le courant intermédiaire de tête ;

- séparation du courant intermédiaire de tête partiellement condensé dans un premier

15 séparateur de reflux pour former un courant liquide de reflux introduit dans la colonne intermédiaire par écoulement gravitaire, et un premier courant gazeux de combustible ;

- détente et réchauffage du premier courant gazeux de combustible par passage dans au moins une région parmi la région additionnelle d'échange thermique, la région aval d'échange thermique, la région intermédiaire d'échange thermique, et la région amont

20 d'échange thermique.

Le procédé selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- la colonne intermédiaire comporte un échangeur thermique intégré, le ou chaque liquide intermédiaire étant introduit au dessous de l'échangeur thermique intégré, le liquide

25 aval étant introduit au-dessus de l'échangeur thermique intégré ;

- le procédé comprend une étape de formation du courant de gaz craqué brut par compression d'un gaz craqué issu de l'installation de pyrolyse dans au moins un appareil de compression, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- réchauffage de la première fraction de refroidissement dans le premier

30 échangeur thermique de tête dans au moins une parmi la région additionnelle d'échange thermique, la région aval d'échange thermique, la région intermédiaire d'échange thermique et la région amont d'échange thermique ; et

- introduction de la première fraction de refroidissement réchauffée dans le gaz

craqué en amont ou au sein de l'appareil de compression ;

- le premier courant gazeux de combustible issu du premier séparateur de reflux est détendu dans une première turbine de détente dynamique, puis est réchauffé dans au moins une parmi la région additionnelle d'échange thermique, la région aval d'échange thermique, la région intermédiaire d'échange thermique, et la région amont d'échange thermique, le procédé comprenant une étape de recompression du premier courant de combustible réchauffé dans au moins un premier compresseur attelé à la première turbine de détente dynamique ;

10 - le premier courant gazeux de combustible issu du premier séparateur de reflux est détendu dans une vanne de détente statique ;

- l'ensemble aval de séparation comporte une colonne d'absorption d'éthylène, le procédé comprenant les étapes suivantes :

➤ introduction du courant intermédiaire de gaz craqué partiellement condensé dans la colonne d'absorption d'éthylène,

15 ➤ récupération d'un courant additionnel de tête gazeux issu de la colonne d'absorption d'éthylène ;

➤ détente d'une deuxième fraction de refroidissement obtenue à partir de la partie prélevée dans le liquide intermédiaire, et

20 ➤ mise en relation d'échange thermique de la deuxième fraction de refroidissement détendue avec le courant additionnel de tête dans un deuxième échangeur thermique de tête pour condenser au moins partiellement le courant additionnel de tête ;

25 ➤ introduction du courant additionnel de tête partiellement condensé dans un deuxième séparateur de reflux pour former un deuxième courant liquide de reflux introduit dans la colonne d'absorption d'éthylène par écoulement gravitaire et un courant gazeux traité ;

- le procédé comprend les étapes suivantes :

➤ formation du courant de gaz craqué brut par compression d'un gaz craqué issu de l'installation de pyrolyse dans un appareil de compression :

30 ➤ réchauffage de la deuxième fraction de refroidissement, en aval du deuxième échangeur thermique de tête, dans au moins une parmi la région additionnelle d'échange thermique, la région aval d'échange thermique, la région intermédiaire d'échange thermique, et la région amont d'échange thermique ;

➤ introduction de la deuxième fraction de refroidissement réchauffée dans le gaz

5

craqué issu de l'installation de pyrolyse, en amont ou au sein de l'appareil de compression ;

- le procédé comprend les étapes suivantes :

➤ détente d'au moins une première partie du courant gazeux traité dans au moins une deuxième turbine de détente dynamique,

5 ➤ réchauffage après détente de la première partie du courant gazeux traité dans au moins une parmi la région additionnelle d'échange thermique, la région aval d'échange thermique, la région intermédiaire d'échange thermique, et la région amont d'échange thermique ;

10 ➤ compression de la première partie réchauffée dans au moins un deuxième compresseur accouplé à la deuxième turbine de détente dynamique ;

- le procédé comprend une étape de détente d'au moins une première partie du courant gazeux traité dans une vanne de détente statique ;

15 - au moins une deuxième partie du courant gazeux traité est introduite dans une unité de purification d'hydrogène pour produire un courant riche en hydrogène et un courant auxiliaire de gaz combustible, et éventuellement un courant secondaire riche en méthane ;

- une troisième fraction de la partie prélevée est détendue, avant d'être directement réchauffée dans au moins une parmi la région additionnelle d'échange thermique, la région aval d'échange thermique, la région intermédiaire d'échange thermique et la région amont d'échange thermique ;

20 - le procédé comporte les étapes suivantes :

➤ séparation du courant de gaz craqué brut en une première fraction de gaz craqué brut et en une deuxième fraction de gaz craqué brut ;

➤ refroidissement amont et condensation partielle de la première fraction de gaz craqué brut dans la région amont d'échange thermique ;

25 ➤ refroidissement de la deuxième fraction de gaz craqué brut dans un échangeur amont de rebouillage, par échange thermique avec un courant amont de rebouillage issu de la colonne amont, puis refroidissement de la deuxième fraction de gaz craqué brut dans un échangeur intermédiaire de rebouillage par échange thermique avec un courant intermédiaire de rebouillage issu de la colonne intermédiaire ;

30 ➤ formation du courant de gaz craqué brut partiellement condensé par mélange de la première fraction de gaz craqué brut refroidie et de la deuxième fraction de gaz craqué brut refroidie ;

- la température du gaz craqué brut partiellement condensé avant son introduction

dans le séparateur amont est inférieure à -25°C , la température du courant amont de gaz craqué partiellement condensé avant son introduction dans le séparateur intermédiaire est inférieure à -60°C , et la température du courant intermédiaire partiellement condensé avant son introduction dans l'ensemble aval de séparation est inférieure à -115°C .

- 5 L'invention a en outre pour objet une installation de traitement d'un courant de gaz craqué issu d'une installation de pyrolyse d'hydrocarbures, du type comprenant :
- des moyens de refroidissement amont et de condensation partielle d'un courant de gaz craqué brut comprenant au moins une région amont d'échange thermique ;
 - des moyens de séparation du courant de gaz craqué brut partiellement condensé
 - 10 comprenant au moins un séparateur amont pour récupérer un liquide amont et un courant amont de gaz craqué ;
 - une colonne amont de déméthanisation et des moyens d'introduction du liquide amont dans la colonne amont pour récupérer en tête de la colonne amont, un courant amont de tête riche en méthane et, en pied de la colonne amont, un premier courant liquide riche en
 - 15 hydrocarbures en C_2^{+} ;
 - des moyens de refroidissement intermédiaire et de condensation partielle du courant amont de gaz craqué comprenant au moins une région intermédiaire d'échange thermique ;
 - des moyens de séparation du courant amont de gaz craqué partiellement condensé comprenant au moins un séparateur intermédiaire pour récupérer au moins un liquide
 - 20 intermédiaire et un courant intermédiaire de gaz craqué ;
 - une colonne intermédiaire de déméthanisation et des moyens d'introduction du ou de chaque liquide intermédiaire dans la colonne intermédiaire pour récupérer, en tête de la colonne intermédiaire, un courant intermédiaire de tête, et en pied de la colonne intermédiaire, un deuxième courant liquide riche en hydrocarbures en C_2^{+} ;
 - 25 - des moyens d'introduction d'au moins une partie du courant amont de tête issu de la colonne amont dans la colonne intermédiaire ;
 - des moyens de refroidissement aval et de condensation partielle du courant intermédiaire de gaz craqué comprenant au moins une région aval d'échange thermique ;
 - des moyens de séparation du courant intermédiaire de gaz craqué partiellement
 - 30 condensé comprenant un ensemble aval de séparation pour récupérer un liquide aval et un courant aval de gaz traité ;
 - des moyens d'introduction du liquide aval dans la colonne intermédiaire de déméthanisation ;

caractérisée en ce que l'installation comprend :

- des moyens de prélèvement d'une partie d'un liquide intermédiaire issu d'un séparateur intermédiaire et des moyens de refroidissement de la partie prélevée comprenant une région additionnelle d'échange thermique ;
- 5 ➤ des moyens de détente d'au moins une première fraction de refroidissement obtenue à partir de la partie prélevée et des moyens de mise en relation d'échange thermique de la première fraction de refroidissement détendue avec le courant intermédiaire de tête comprenant un premier échangeur thermique de tête pour condenser au moins partiellement le courant intermédiaire de tête ;
- 10 ➤ des moyens de séparation du courant intermédiaire de tête partiellement condensé comprenant un premier séparateur de reflux pour former un courant liquide de reflux introduit dans la colonne intermédiaire et un premier courant gazeux de combustible ;
- des moyens de réchauffage du premier courant gazeux de combustible comprenant des moyens de passage dans au moins une région parmi la région additionnelle d'échange thermique, la région aval d'échange thermique, la région intermédiaire d'échange thermique, et la région amont d'échange thermique.
- 15

L'installation selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- elle comprend :

- 20 ➤ des moyens de formation du courant de gaz craqué brut par compression d'un gaz craqué issu de l'installation de pyrolyse comportant au moins un appareil de compression ;
- des moyens de réchauffage de la première fraction de refroidissement en aval du premier échangeur thermique de tête comprenant des moyens de passage dans au moins
- 25 une parmi la région additionnelle d'échange thermique, la région aval d'échange thermique, la région intermédiaire d'échange thermique et la région amont d'échange thermique ; et
- des moyens d'introduction de la première fraction de refroidissement réchauffée dans le gaz craqué en amont ou au sein de l'appareil de compression ;
- l'ensemble aval de séparation comporte une colonne d'absorption d'éthylène,
- 30 l'installation comprenant :
 - des moyens d'introduction du courant intermédiaire de gaz craqué partiellement condensé dans la colonne d'absorption d'éthylène,
 - des moyens de récupération d'un courant additionnel de tête gazeux issu de la

colonne d'absorption d'éthylène ;

- des moyens de détente d'une deuxième fraction de refroidissement obtenue à partir de la partie prélevée ; et

- des moyens de mise en relation d'échange thermique de la deuxième fraction de refroidissement détendue avec le courant additionnel de tête comprenant un deuxième échangeur thermique de tête pour condenser au moins partiellement le courant additionnel de tête ;

- des moyens de séparation du courant additionnel de tête partiellement condensé comprenant un deuxième séparateur de reflux pour former un deuxième courant liquide de reflux introduit dans la colonne d'absorption d'éthylène et un courant gazeux traité ; et

- l'installation comprend :

- des moyens de formation du courant de gaz craqué brut par compression d'un gaz craqué issu de l'installation de pyrolyse comportant au moins un appareil de compression ;

- des moyens de réchauffage de la deuxième fraction de refroidissement, en aval du deuxième échangeur thermique de tête, comprenant des moyens de passage dans au moins une parmi la région additionnelle d'échange thermique, la région aval d'échange thermique, la région intermédiaire d'échange thermique, et la région amont d'échange thermique ;

- des moyens d'introduction de la deuxième fraction de refroidissement réchauffée dans le gaz craqué issu de l'installation de pyrolyse, en amont ou au sein de l'appareil de compression.

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 au dessin annexé, sur lequel :

- la figure unique est un schéma synoptique fonctionnel d'une première installation de traitement selon l'invention, destinée à la mise en œuvre d'un premier procédé selon l'invention.

Dans tout ce qui suit, une même référence désigne un courant circulant dans une conduite et la conduite qui transporte ce courant. Par ailleurs, sauf indication contraire, les pourcentages sont des pourcentages molaires et les pressions s'entendent en bars relatifs.

Une première unité 10 de vapocraquage selon l'invention est représentée sur la figure unique.

Cette unité 10 produit, à partir d'une charge 12, des courants 14A, 14B riches en C_2^+ destinés à former une coupe riche en éthylène, un gaz combustible 16 et un courant 18 riche en hydrogène.

5 L'unité 10 comprend une installation 20 de pyrolyse d'hydrocarbures produisant un gaz craqué brut 22 et une installation 24 de traitement du gaz craqué brut 22.

L'installation de pyrolyse 20 comporte plusieurs fours de vapocraquage 25. Les fours de vapocraquage 25 sont propres à faire circuler la charge 12 pour la chauffer à une température supérieure à 800°C. Ceci provoque le craquage thermique des molécules d'hydrocarbures contenues dans la charge 12 afin de former le gaz craqué brut 22.

10 L'installation de fractionnement 24 comporte successivement un ensemble de compression 26 et un ensemble 28 de refroidissement et de séparation successive du gaz craqué.

15 L'installation 24 comprend en outre un ensemble amont de distillation 30, un ensemble intermédiaire de distillation 32 et un ensemble additionnel 34 d'absorption d'éthylène. L'installation 24 comprend également un ensemble aval 36 de détente et de réchauffage du gaz combustible.

L'ensemble de refroidissement et de compression 26 comprend un appareil de refroidissement (non représenté), un compresseur primaire 38 et un compresseur secondaire 40, le compresseur secondaire 40 étant situé en aval du compresseur primaire 38.

20 L'ensemble de refroidissement et de séparation 28 comprend un ballon séparateur amont 42, un premier ballon séparateur intermédiaire 44A, un deuxième ballon séparateur intermédiaire 44B. Il comprend en outre un échangeur thermique intégré comportant une boîte froide 46. La boîte froide 46 comprend une région amont 48 d'échange thermique, une région intermédiaire 50 d'échange thermique, une région aval 52 d'échange thermique et une
25 région additionnelle 54 d'échange thermique, de plus en plus froides.

L'ensemble de refroidissement 28 comprend en outre un cycle de réfrigération au propane ou au propylène présentant un échangeur amont 56 de cycle et un cycle de réfrigération à l'éthylène comprenant un premier ensemble d'échangeurs intermédiaires 58 de cycle et un deuxième ensemble d'échangeurs intermédiaires de cycle 60.
30 Optionnellement, l'ensemble de refroidissement 28 comporte en outre un échangeur amont 60A de refroidissement additionnel alimenté par un fluide réfrigérant formé par un courant de rebouillage intermédiaire d'un séparateur d'hydrocarbures en C_2 ou par un courant d'éthane destiné à être vaporisé.

L'ensemble de distillation amont 30 comporte une colonne amont 62 de distillation, un rebouilleur amont 64 de fond de colonne et une pompe amont 66 de fond de colonne.

La colonne 62 opère une pression comprise entre 10 bars et 14 bars. Elle comporte par exemple entre 14 et 20 plateaux théoriques.

5 L'ensemble intermédiaire de distillation 32 comporte une colonne intermédiaire 68 de déméthanisation, un échangeur intégré 69, un échangeur intermédiaire 70 de rebouillage et une pompe intermédiaire 72 de fond de colonne.

10 L'ensemble intermédiaire 32 comporte en outre un premier échangeur thermique de reflux 74 et un premier ballon séparateur de reflux 76 raccordés à la colonne 68 par une conduite 78 de descente de liquide, conformée pour empêcher le passage de gaz depuis la colonne 62 vers le ballon 76. Cet ensemble 32 évite l'installation de pompes cryogéniques de reflux.

La colonne 68 opère à une pression comprise entre 10 bars et 14 bars. Elle comporte par exemple entre 22 et 28 plateaux théoriques.

15 L'échangeur intégré 69 est placé dans la colonne 68 entre une partie supérieure et une partie inférieure de la colonne 69.

20 L'ensemble 34 de distillation aval comprend une colonne 80 d'absorption d'éthylène, un deuxième échangeur thermique de reflux 82 et un deuxième ballon séparateur 84 de reflux raccordé à la colonne d'absorption d'éthylène 80 par une conduite 86 de descente de liquide, conformée pour empêcher le passage de gaz depuis la colonne 80 vers le ballon 84. Cet ensemble 34 évite l'installation de pompes cryogénique de reflux.

Comme on le verra plus bas, la pompe cryogénique de reflux présente dans US 5,253,479 peut être supprimée de la colonne 68, ce qui conduit à la production d'un liquide nécessaire à l'absorption d'éthylène dans l'ensemble 34 au moyen de l'échangeur 82.

25 La colonne 80 opère à une pression comprise entre 30 bars et 40 bars. Elle comporte par exemple entre 4 et 8 plateaux théoriques.

L'ensemble aval 36 comprend une première turbine de détente dynamique 88 accouplée à un premier compresseur 90, une deuxième turbine de détente dynamique 92 accouplée à un deuxième compresseur 94 et une unité 96 de purification d'hydrogène.

30 Un premier procédé selon l'invention, mis en œuvre dans l'unité 10 va maintenant être décrit.

Initialement, la charge 12 comporte de l'éthane, du propane, du butane, du naphta et/ou du gasoil seul ou en mélange. Elle est introduite dans les fours de vapocraquage 25

pour être chauffée à une température supérieure à 800°C et subir un craquage thermique.

Un gaz craqué brut est extrait des fours à une température supérieure à 800°C, puis est refroidi rapidement pour engendrer le flux 22 à une température supérieure à 160°C et à une pression supérieure à 1 bar.

5 Le gaz 22 est ensuite refroidi et est introduit dans le compresseur primaire 38 pour y être comprimé à une pression supérieure à 10 bars, puis dans le compresseur secondaire 40 pour y être comprimé à une pression supérieure à 30 bars. Le courant de gaz craqué brut comprimé 100 est ensuite séparé en une première fraction 102 de gaz craqué brut et en une deuxième fraction 104 de gaz craqué brut.

10 La première fraction de gaz craqué brut 102 est convoyée jusqu'à la boîte froide 46 pour y être refroidie jusqu'à une température inférieure à - 25°C et notamment comprise entre - 30°C et - 40°C pour y être partiellement condensée dans la région amont 48 d'échange thermique.

15 La deuxième fraction de gaz craqué brut 104 est refroidie successivement dans l'échangeur amont de rebouillage 64, dans l'échangeur optionnel 60A de refroidissement, dans l'échangeur amont de cycle au propane ou propylène 56, avant d'être refroidie à nouveau dans l'échangeur intermédiaire de rebouillage 70 pour atteindre une température inférieure à - 25°C et notamment comprise entre - 30°C et - 40°C. La fraction 104 est en outre partiellement condensée.

20 La température du courant 104 en amont de l'échangeur 64 est comprise entre - 2°C et - 12°C et la température du courant 104 en aval du rebouillage dans l'échangeur 70 est comprise entre - 30°C et - 40°C.

Le rapport du débit molaire de la première fraction 102 au débit molaire de la deuxième fraction 104 est par exemple compris entre 0,25 et 0,40.

25 La première fraction 102 et la deuxième fraction 104 formant un courant de gaz craqué partiellement condensé sont ensuite introduites dans le ballon séparateur amont 42 pour y être séparées en un liquide amont 106 et en un courant amont gazeux 108 de gaz craqué.

30 Le liquide amont 106 contient entre 45% et 55% en moles des hydrocarbures en C₂ présents dans le gaz craqué brut 22 et entre 85 % et 95% en moles des hydrocarbures en C₃⁺ contenus dans le gaz craqué brut 22.

Le liquide amont 106 est ensuite détendu dans une première vanne de détente statique 110 pour être introduit à un niveau supérieur de la colonne amont de

déméthanisation 62.

La colonne amont 62 produit, en pied, un premier courant liquide 112 riche en hydrocarbures en C_2^+ qui est convoyé jusqu'à la pompe amont 66 pour produire un premier courant riche 14A en hydrocarbures en C_2^+ qui est pompé. Le premier courant 14A est
5 destiné à être convoyé vers une colonne de dééthanisation pour en extraire la coupe riche en éthylène qui sera ensuite purifiée pour atteindre une teneur en éthylène supérieure à 99,95%.

La teneur molaire en hydrocarbures en C_2 dans le premier courant 112 est supérieure à 50 %. La teneur molaire en méthane dans le premier courant 112 est inférieure à 0,01 %.

La colonne amont 62 produit en outre un courant de tête gazeux 114 riche en
10 méthane. Le courant de tête gazeux 114 est introduit dans la colonne intermédiaire 68 à un niveau inférieur N_1 de cette colonne, après passage dans la vanne 116.

Une première partie 118 du courant amont de gaz craqué 108 est ensuite introduite dans la région intermédiaire 50 d'échange thermique pour y être refroidie jusqu'à une température inférieure à - 60°C et notamment comprise entre - 65°C et - 76°C et pour y être
15 partiellement condensée.

Une deuxième partie 120 du courant amont de gaz craqué 108 est introduite successivement dans le premier ensemble d'échangeurs intermédiaires 58 du cycle à l'éthylène pour y être refroidie jusqu'à une température inférieure à - 60°C et par exemple comprise entre - 65°C et - 76°C, et pour y être partiellement condensée.

20 Le rapport du débit de la première partie 118 au débit de la deuxième partie 120 est par exemple compris entre 0,15 et 0,25.

La première partie 118 et la deuxième partie 120 sont ensuite mélangées pour former un courant amont de gaz craqué partiellement condensé 122 qui est introduit dans le premier ballon séparateur intermédiaire 44A. La fraction molaire de liquide dans le courant amont de
25 gaz craqué partiellement condensé 122 est supérieure à 25%.

Le courant 122 est ensuite séparé dans le premier ballon intermédiaire 44A en un premier liquide intermédiaire 124 et en un premier courant intermédiaire de gaz craqué 126.

Le premier liquide intermédiaire 124 est détendu dans une troisième vanne de détente statique 128 jusqu'à une pression inférieure à 14 bars avant d'être introduit à un niveau N_2 de
30 la colonne intermédiaire situé au-dessus du niveau N_1 .

Le premier liquide intermédiaire 124 comporte entre 60% et 75% des hydrocarbures en C_2 contenus dans le gaz craqué brut 22 et entre 10% en moles et 15% en moles des hydrocarbures en C_3^+ contenus dans le gaz craqué brut 22.

Une première partie 130 du premier courant intermédiaire de gaz craqué 126 est ensuite introduite dans la région intermédiaire 50 d'échange thermique pour y être refroidie à une température inférieure à -90°C et notamment comprise entre -92°C et -99°C et pour y être partiellement condensée.

- 5 Une deuxième partie 132 du courant intermédiaire 126 est introduite dans le deuxième ensemble d'échangeur intermédiaire 60 du cycle de réfrigération à l'éthylène pour y être refroidie à une température inférieure à -90°C et notamment comprise entre -92°C et -99°C et pour y être partiellement condensée.

- 10 Les premières parties 130 et 132 sont ensuite mélangées pour former un premier courant intermédiaire 134 de gaz craqué partiellement condensé. La teneur molaire en liquide du courant 134 est supérieure à 15 %.

Le courant 134 est ensuite introduit dans le deuxième ballon séparateur intermédiaire 44B pour y être séparé en un deuxième liquide intermédiaire 136 et en un deuxième courant intermédiaire 138 de gaz craqué.

- 15 Le deuxième liquide intermédiaire 136 contient entre 55% molaire et 65 % molaires des hydrocarbures en C_2 contenus dans le courant de gaz craqué brut 22 et entre 0,5% molaires et 1,5% molaire des hydrocarbures en C_3^{+} contenus dans le gaz craqué brut 22.

- 20 Une première partie 140 du deuxième liquide intermédiaire 136 est ensuite détendue dans une quatrième vanne de détente statique 142 jusqu'à une pression inférieure à 14 bars pour être introduite à un niveau N_3 de la colonne intermédiaire 68 situé au-dessus du niveau N_2 .

Le niveau N_3 est situé au dessous de l'échangeur intégré 69.

- 25 La colonne intermédiaire de déméthanisation 68 produit, en pied, un deuxième courant de fond 144 riche en hydrocarbures en C_2^{+} . Le courant 144 est pompé à travers la pompe intermédiaire 72 jusqu'à une pression supérieure à 20 bars pour former un deuxième courant 14B riche en C_2^{+} destiné à être envoyé vers la colonne de dééthanisation.

La teneur molaire en hydrocarbures en C_2^{+} dans le courant 144 et dans le courant 14B est supérieure à 90%. La teneur molaire en méthane dans les courants 144, 14B est inférieure à 0,01 % molaire.

- 30 La colonne intermédiaire 68 produit, en tête, un courant intermédiaire de tête 146 qui est refroidi et partiellement condensé jusqu'à une température inférieure à -115°C , par exemple comprise entre -118°C et -123°C , dans le premier échangeur thermique de reflux 74.

Le courant intermédiaire de tête partiellement condensé est ensuite introduit dans le premier ballon de reflux 76 pour y être séparé en un premier courant de reflux liquide 148 et en un premier courant de gaz combustible à haute pression 150.

5 Le premier courant de reflux 148 est introduit à un niveau de tête N_4 de la colonne 68 à travers la conduite 78. Le niveau N_4 est situé au-dessus de l'échangeur intégré 69. Ce système à reflux à écoulement gravitaire évite l'installation d'une pompe cryogénique.

Le premier courant de gaz combustible 150 contient plus de 90% en moles de méthane et moins de 0,1% en moles d'hydrocarbures en C_2 . Le courant 150 est ensuite avantageusement détendu dans la première turbine de détente dynamique 88 jusqu'à une
10 pression par exemple inférieure à 4,5 bars pour former un courant 152 de combustible à basse pression refroidi à une température inférieure à -135°C .

Le courant 152 est alors introduit dans la boîte froide 46 pour y être réchauffé successivement dans la région additionnelle 54, dans la région aval 52, dans la région intermédiaire 50 et dans la région amont 48 d'échange thermique, par échange thermique
15 avec les courants circulant respectivement dans ces régions.

Le premier courant de combustible réchauffé 154 issu de la première région d'échange thermique 48 est ensuite amené dans le premier compresseur 90 couplé à la turbine 88 pour être comprimé jusqu'à une pression supérieure à 5,0 bars et former une partie du courant de gaz combustible 16.

20 Dans une variante, l'ensemble formé par la turbine de détente 88 et le compresseur 90 est remplacé par une vanne de détente statique globale.

Le deuxième courant intermédiaire 138 de gaz craqué issu du deuxième ballon intermédiaire 44B est ensuite refroidi et partiellement condensé dans la région aval d'échange thermique 52 de la boîte froide 46 pour former un courant intermédiaire 160 de
25 gaz craqué partiellement condensé.

Le courant 160 est ensuite introduit à un niveau inférieur de la colonne d'absorption d'éthylène 80 à une température inférieure à -110°C et notamment comprise entre -115°C et -120°C .

La colonne d'absorption d'éthylène 80 opère à une pression par exemple comprise
30 entre 30 bars et 36 bars.

Le courant de pied additionnel 162 produit au pied de la colonne 80 est ensuite détendu jusqu'à une pression inférieure à 15 bars à travers une cinquième vanne de détente statique 164 avant d'être introduit à un niveau N_5 de la colonne intermédiaire 68 de

déméthanisation situé entre le niveau N_3 et le niveau N_4 .

Ce courant 162 contient entre 3,0 % et 5,0 % en moles des hydrocarbures en C_2 présents dans le gaz craqué 22 et entre 0,01 % et 0,04 % en moles des hydrocarbures en C_3^+ présents dans le gaz craqué brut 22.

5 Le courant de tête 166 additionnel produit dans la colonne 80 est introduit dans le deuxième échangeur thermique de reflux 82 pour être refroidi à une température inférieure à - 115 °C et notamment comprise entre - 118 °C et - 130 °C et être partiellement condensé.

Le courant de tête additionnel 166 partiellement condensé est ensuite introduit dans le deuxième ballon séparateur de reflux 84 pour former un deuxième courant de reflux liquide
10 168 et un courant gazeux traité 170 à haute pression.

Le deuxième courant de reflux liquide 168 est introduit en reflux dans la colonne d'absorption d'éthylène 80 à travers la conduite 86. Ce système d'absorption à reflux à écoulement gravitaire évite l'installation d'une pompe cryogénique.

Une première partie 172 du courant traité 170 est envoyée vers la deuxième turbine
15 de détente dynamique 92 pour y être détendue à une pression inférieure à 4,5 bars et former un deuxième courant de gaz combustible 174 basse pression refroidi à une température inférieure à -140 °C.

Le courant 174 est ensuite réchauffé successivement à travers la région additionnelle 54, la région aval 52, la région intermédiaire 50 et la région amont 48 d'échange thermique
20 au sein de la boîte froide 46 pour former un deuxième courant de gaz combustible réchauffé 176.

Le deuxième courant 176 est ensuite introduit dans le deuxième compresseur 94 pour former une partie du courant de gaz combustible 16.

Dans une variante, l'ensemble turbine de détente 92 et le compresseur 94 est
25 remplacé par une vanne de détente statique globale.

Une deuxième partie 178 du courant gazeux traité 170 est convoyée jusqu'à l'unité de purification cryogénique d'hydrogène 96 pour former un courant 180 riche en hydrogène et un troisième courant de combustible basse pression 182.

La teneur en hydrogène dans le courant riche en hydrogène 180 produit par l'unité 96
30 est supérieure à 90% molaires. La température du courant 180 est inférieure à -125 °C.

Le courant 180 est ensuite passé successivement dans la région additionnelle d'échange thermique 54, dans la région aval d'échange thermique 52, dans la région intermédiaire d'échange thermique 50 et dans la région amont d'échange thermique 48 de la

boîte froide 46 pour y être réchauffé par échange thermique avec les courants circulant respectivement dans ces régions et former le courant riche en hydrogène 18.

Le troisième courant de combustible 182 issu de l'unité 96 présente une température inférieure à -125°C . Ce courant 182 est alors passé successivement dans la région
5 additionnelle d'échange thermique 54, dans la région aval d'échange thermique 52, dans la région intermédiaire d'échange thermique 50, puis dans la région amont d'échange thermique 48 pour se réchauffer par échange thermique avec les courants circulant respectivement dans ces régions.

Le troisième courant de combustible réchauffé 184 est ensuite mélangé au premier
10 courant de combustible réchauffé 154, après sa compression dans le compresseur 94 et au deuxième courant de combustible réchauffé 176 pour former une partie du courant de combustible 16.

Selon l'invention, les frigories nécessaires à la condensation du courant de tête gazeux intermédiaire 146 issu de la colonne intermédiaire 68 sont fournies par échange
15 thermique avec un courant circulant dans un cycle semi-ouvert de type JOULE-THOMPSON.

Dans une variante (non représentée), les frigories nécessaires à la condensation du courant de tête gazeux intermédiaire 146 issu de la colonne intermédiaire 68 sont fournies partiellement dans le même échangeur 74 par échange thermique soit avec le courant de combustible basse pression 152 soit avec le deuxième courant de gaz combustible 174,
20 obtenus respectivement à l'échappement de la turbine de détente 88 ou à l'échappement de la turbine de détente 92, en complément du cycle semi-ouvert de type JOULE-THOMPSON.

En outre, les frigories nécessaires à la condensation du courant de tête 166 issu de la colonne d'absorption 80 sont fournies par échange thermique avec un courant circulant dans un cycle semi-ouvert de type JOULE-THOMPSON.

Dans une variante (non représentée), les frigories nécessaires à la condensation du courant de tête 166 issu de la colonne d'absorption 80 sont fournies partiellement par échange thermique dans le même échangeur 82 soit avec le courant de combustible basse pression 152 soit avec le deuxième courant de gaz combustible 174, obtenus respectivement
25 à l'échappement de la turbine de détente 88 ou à l'échappement de la turbine de détente 92, en complément du cycle semi-ouvert de type JOULE-THOMPSON.
30

A cet effet, une deuxième partie 190 du deuxième liquide intermédiaire 136 issu du ballon séparateur 44B est prélevée et est refroidie dans la région additionnelle 54 d'échange thermique jusqu'à une température inférieure à -125°C , pour former une deuxième partie

prélevée refroidie 192.

La deuxième partie prélevée refroidie 192 est ensuite séparée en une première fraction 194 de refroidissement du premier échangeur thermique de reflux 74, en une deuxième fraction 196 de refroidissement du deuxième échangeur thermique de reflux 82 et en une troisième fraction 198 de refroidissement d'appoint.

A cet effet, la première fraction 194 est détendue dans une sixième vanne de détente statique 200 jusqu'à une pression inférieure à 2 bars ce qui provoque son refroidissement jusqu'à une température à -140°C . Elle est ensuite réchauffée par échange thermique avec le courant de tête 146 dans le premier échangeur thermique 74 jusqu'à une température supérieure à -120°C , pour former une première fraction réchauffée 202.

De même, la deuxième fraction 196 est détendue dans une septième vanne 204 de détente statique jusqu'à une pression inférieure à 2 bars, ce qui abaisse sa température en dessous de -140°C . La deuxième fraction détendue est ensuite réchauffée par échange thermique avec le courant de tête 166 dans le deuxième échangeur thermique de reflux 82 jusqu'à une température supérieure à -130°C pour former une deuxième fraction réchauffée 206.

La troisième fraction 198 est détendue dans une huitième vanne de détente statique 208 jusqu'à une pression inférieure à 2 bars pour produire une troisième fraction détendue 210 à une température inférieure à -140°C .

Les fractions détendues 202, 206 et 210 sont ensuite mélangées pour former un courant 212. Le courant 212 est réchauffé successivement dans la région additionnelle d'échange thermique 54, dans la région aval d'échange thermique 52, dans la région intermédiaire d'échange thermique 50 et dans la région amont d'échange thermique 48 par échange thermique avec les courants circulant respectivement dans ces régions pour former un courant réchauffé 214. Le courant 214 est alors réintroduit en mélange dans le gaz craqué 22 en amont du premier compresseur 38 pour être recomprimé dans les compresseurs 38, 40.

Le prélèvement d'une partie d'un liquide intermédiaire 136 et sa détente dans des vannes statiques 200, 204, 208 produit donc les frigories nécessaires pour former les courants de reflux des colonnes 68 et 80 et permet de boucler le bilan thermique sur la boîte froide 46, en formant un cycle mixte de type JOULE-THOMPSON intégrant l'ensemble de compression 26 des gaz craqués.

Cette disposition particulière du procédé de traitement, et de l'installation de

traitement 24 associée, simplifie grandement la structure de l'installation 24 en évitant d'avoir à pomper des fluides cryogéniques et en réalisant une meilleure intégration thermique.

En particulier, le courant de tête gazeux intermédiaire 146 n'est pas pompé vers la colonne d'absorption 80, mais est redirigé vers les régions d'échange thermique 54 à 48, ce qui permet d'éviter de relier la colonne 68 à la colonne 80 par une pompe cryogénique.

De même, l'échangeur intégré 69 disposé dans la colonne 68 permet d'utiliser une seule colonne de distillation, et donc de réduire le nombre d'équipements dans l'installation.

De plus, les colonnes de déméthanisation 62, 68 produisant des courants de pied 14A, 14B respectifs qui présentent des compositions différentes, le fractionnement ultérieur dans le dééthaniseur est amélioré par une diminution de la consommation énergétique.

En tout état de cause, l'installation de traitement 24, et le procédé mis en œuvre dans cette installation 24, permettent de récupérer plus de 99,5% en moles de l'éthylène présent dans le gaz craqué 22, avec une consommation énergétique diminuée et une installation de structure simplifiée, qui présente un coût réduit de mise en place et de maintenance.

En outre, le refroidissement d'une fraction 104 du courant de gaz craqué brut comprimé 100 dans les échangeurs thermiques de rebouillage 64, 70 des colonnes 62, 68 minimise l'énergie nécessaire à ce refroidissement et le nombre d'équipements, puisque le même échangeur thermique 64, 70 assure la fonction de rebouillage d'une colonne 62, 68 et de refroidissement du gaz craqué brut.

Le gaz riche en hydrogène 170 issu de la colonne d'absorption d'éthylène 80 est en outre avantageusement traité pour récupérer un courant riche en hydrogène 18 en permettant à l'excès de gaz traité 170 riche en hydrogène issu de la colonne 80 d'être éventuellement détendu à travers une turbine 92 pour générer un produit froid pouvant être réchauffé dans la boîte froide 46.

Dans une variante, au moins deux parmi la région amont d'échange thermique 48, la région intermédiaire d'échange thermique 50, la région aval d'échange thermique 52 et la région additionnelle d'échange thermique 54 sont disposées dans des échangeurs thermiques séparés, qui ne sont pas intégrés au sein de la boîte froide 46.

Dans une variante, chacune des régions 48, 50, 52, 54 est disposée dans un échangeur thermique propre.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de traitement d'un courant de gaz craqué (22) issu d'une installation (20) de pyrolyse d'hydrocarbures, du type comprenant les étapes suivantes :

- refroidissement amont et condensation partielle d'un courant de gaz craqué brut (100) dans au moins une région amont (48) d'échange thermique ;
 - séparation du courant de gaz craqué brut partiellement condensé dans au moins un séparateur amont (42) pour récupérer un liquide amont (106) et un courant amont (108) de gaz craqué ;
 - introduction du liquide amont (106) dans une colonne amont (62) de déméthanisation pour récupérer en tête de la colonne amont (62), un courant amont de tête (114) riche en méthane et, en pied de la colonne amont, un premier courant liquide (112) riche en hydrocarbures en C_2^+ ;
 - refroidissement intermédiaire et condensation partielle du courant amont de gaz craqué (108) dans au moins une région intermédiaire (50) d'échange thermique ;
 - séparation du courant amont de gaz craqué partiellement condensé dans au moins un séparateur intermédiaire (44A, 44B) pour récupérer au moins un liquide intermédiaire (124, 136) et un courant intermédiaire (138) de gaz craqué ;
 - introduction du ou de chaque liquide intermédiaire (124, 140) dans une colonne intermédiaire (68) de déméthanisation pour récupérer, en tête de la colonne intermédiaire (68), un courant intermédiaire de tête (146), et en pied de la colonne intermédiaire (68), un deuxième courant liquide (44) riche en hydrocarbures en C_2^+ ;
 - introduction d'au moins une partie du courant amont de tête (114) issu de la colonne amont (62) dans la colonne intermédiaire (68) ;
 - refroidissement aval et condensation partielle du courant intermédiaire de gaz craqué (138) dans au moins une région aval (52) d'échange thermique ;
 - séparation du courant intermédiaire de gaz craqué partiellement condensé (160) dans un ensemble aval de séparation (80) pour récupérer un liquide aval (162) et un courant aval de gaz traité (170) ;
 - introduction du liquide aval (162) dans la colonne intermédiaire de déméthanisation (68) ;
- caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes suivantes :
- prélèvement d'une partie d'un liquide intermédiaire (136) issu d'un séparateur intermédiaire (44A, 44B) et de refroidissement de la partie prélevée (190) dans une région

additionnelle (54) d'échange thermique ;

- détente d'au moins une première fraction (194) de refroidissement obtenue à partir de la partie prélevée (190) et mise en relation d'échange thermique de la première fraction de refroidissement détendue avec le courant intermédiaire de tête (146) dans un premier
5 échangeur thermique de tête (74) pour condenser au moins partiellement le courant intermédiaire de tête (146) ;

- séparation du courant intermédiaire de tête partiellement condensé dans un premier séparateur (76) de reflux pour former un courant liquide (148) de reflux introduit dans la colonne intermédiaire (68) par écoulement gravitaire, et un premier courant gazeux de
10 combustible (150) ;

- détente et réchauffage du premier courant gazeux de combustible (150) par passage dans au moins une région parmi la région additionnelle (54) d'échange thermique, la région aval (52) d'échange thermique, la région intermédiaire (50) d'échange thermique, et la région amont (48) d'échange thermique.

15 2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la colonne intermédiaire (68) comporte un échangeur thermique intégré (69), le ou chaque liquide intermédiaire (124, 140) étant introduit au dessous de l'échangeur thermique intégré (69), le liquide aval (162) étant introduit au-dessus de l'échangeur thermique intégré (69).

20 3.- Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de formation du courant de gaz craqué brut (100) par compression d'un gaz craqué (22) issu de l'installation de pyrolyse (20) dans au moins un appareil de compression, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- réchauffage de la première fraction de refroidissement (194) dans le premier échangeur thermique de tête (74) dans au moins une parmi la région additionnelle (54)
25 d'échange thermique, la région aval (52) d'échange thermique, la région intermédiaire (50) d'échange thermique et la région amont (48) d'échange thermique ; et

- introduction de la première fraction de refroidissement réchauffée dans le gaz craqué (22) en amont ou au sein de l'appareil de compression (38, 40).

30 4.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier courant gazeux de combustible (150) issu du premier séparateur de reflux (76) est détendu dans une première turbine de détente dynamique (88), puis est réchauffé dans au moins une parmi la région additionnelle (54) d'échange thermique, la région aval (52) d'échange thermique, la région intermédiaire (50) d'échange thermique, et la région

amont (48) d'échange thermique, le procédé comprenant une étape de recompression du premier courant de combustible réchauffé (154) dans au moins un premier compresseur (90) attelé à la première turbine de détente dynamique (88).

5 5.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier courant gazeux de combustible (150) issu du premier séparateur de reflux (76) est détendu dans une vanne de détente statique.

6.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ensemble aval de séparation comporte une colonne (80) d'absorption d'éthylène, le procédé comprenant les étapes suivantes :

10 - introduction du courant intermédiaire de gaz craqué partiellement condensé (160) dans la colonne d'absorption d'éthylène (80),

- récupération d'un courant additionnel (166) de tête gazeux issu de la colonne d'absorption d'éthylène (80) ;

15 - détente d'une deuxième fraction de refroidissement (196) obtenue à partir de la partie prélevée (190) dans le liquide intermédiaire, et

- mise en relation d'échange thermique de la deuxième fraction de refroidissement détendue avec le courant additionnel de tête (166) dans un deuxième échangeur thermique de tête (82) pour condenser au moins partiellement le courant additionnel de tête (166) ;

20 - introduction du courant additionnel de tête partiellement condensé dans un deuxième séparateur de reflux (84) pour former un deuxième courant liquide de reflux (168) introduit dans la colonne d'absorption d'éthylène (80) par écoulement gravitaire et un courant gazeux traité (170).

7.- Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

25 - formation du courant de gaz craqué brut (100) par compression d'un gaz craqué (22) issu de l'installation de pyrolyse (20) dans un appareil de compression (38, 40) :

- réchauffage de la deuxième fraction de refroidissement (190), en aval du deuxième échangeur thermique de tête (82), dans au moins une parmi la région additionnelle (54) d'échange thermique, la région aval (52) d'échange thermique, la région intermédiaire (50) d'échange thermique, et la région amont (48) d'échange thermique ;

30 - introduction de la deuxième fraction de refroidissement réchauffée dans le gaz craqué (22) issu de l'installation de pyrolyse (20), en amont ou au sein de l'appareil de compression (38, 40).

8.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- détente d'au moins une première partie (172) du courant gazeux traité (170) dans au moins une deuxième turbine de détente dynamique (92),

5 - réchauffage après détente de la première partie (174) du courant gazeux traité (170) dans au moins une parmi la région additionnelle (54) d'échange thermique, la région aval (52) d'échange thermique, la région intermédiaire (50) d'échange thermique, et la région amont (48) d'échange thermique ;

10 - compression de la première partie (172) réchauffée dans au moins un deuxième compresseur (94) accouplé à la deuxième turbine de détente dynamique (92).

9.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de détente d'au moins une première partie (172) du courant gazeux traité (170) dans une vanne de détente statique.

15 10.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, caractérisé en ce qu'au moins une deuxième partie (178) du courant gazeux traité (170) est introduite dans une unité (96) de purification d'hydrogène pour produire un courant riche en hydrogène (180) et un courant auxiliaire (182) de gaz combustible, et éventuellement un courant secondaire riche en méthane.

20 11.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une troisième fraction (198) de la partie prélevée (190) est détendue, avant d'être directement réchauffée dans au moins une parmi la région additionnelle (54) d'échange thermique, la région aval (52) d'échange thermique, la région intermédiaire (50) d'échange thermique et la région amont (48) d'échange thermique.

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

- séparation du courant de gaz craqué brut (100) en une première fraction (102) de gaz craqué brut et en une deuxième fraction (104) de gaz craqué brut ;

- refroidissement amont et condensation partielle de la première fraction (102) de gaz craqué brut dans la région amont (48) d'échange thermique ;

30 - refroidissement de la deuxième fraction (104) de gaz craqué brut dans un échangeur amont de rebouillage (64), par échange thermique avec un courant amont de rebouillage issu de la colonne amont (62), puis refroidissement de la deuxième fraction (104) de gaz craqué brut dans un échangeur intermédiaire de rebouillage (70) par échange thermique avec un

courant intermédiaire de rebouillage issu de la colonne intermédiaire (68) ;

- formation du courant de gaz craqué brut partiellement condensé par mélange de la première fraction (104) de gaz craqué brut refroidie et de la deuxième fraction (106) de gaz craqué brut refroidie.

5 13.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la température du gaz craqué brut partiellement condensé avant son introduction dans le séparateur amont (42) est inférieure à -25°C , en ce que la température du courant amont de gaz craqué partiellement condensé (122) avant son introduction dans le séparateur intermédiaire (44A) est inférieure à -60°C , en ce que la température du courant
10 intermédiaire partiellement condensé (160) avant son introduction dans l'ensemble aval de séparation (80) est inférieure à -115°C .

14.- Installation (24) de traitement d'un courant de gaz craqué (22) issu d'une installation (20) de pyrolyse d'hydrocarbures, du type comprenant :

- des moyens de refroidissement amont et de condensation partielle d'un courant de
15 gaz craqué brut (100) comprenant au moins une région amont (48) d'échange thermique ;

- des moyens de séparation du courant de gaz craqué brut partiellement condensé comprenant au moins un séparateur amont (42) pour récupérer un liquide amont (106) et un courant amont (108) de gaz craqué ;

- une colonne amont (62) de déméthanisation et des moyens d'introduction du liquide
20 amont (106) dans la colonne amont (62) pour récupérer en tête de la colonne amont (62), un courant amont de tête (114) riche en méthane et, en pied de la colonne amont, un premier courant liquide (112) riche en hydrocarbures en C_2^{+} ;

- des moyens de refroidissement intermédiaire et de condensation partielle du courant
25 amont de gaz craqué (108) comprenant au moins une région intermédiaire (50) d'échange thermique ;

- des moyens de séparation du courant amont de gaz craqué partiellement condensé comprenant au moins un séparateur intermédiaire (44A, 44B) pour récupérer au moins un liquide intermédiaire (124, 136) et un courant intermédiaire (138) de gaz craqué ;

- une colonne intermédiaire (68) de déméthanisation et des moyens d'introduction du
30 ou de chaque liquide intermédiaire (124, 140) dans la colonne intermédiaire (68) pour récupérer, en tête de la colonne intermédiaire (68), un courant intermédiaire de tête (146), et en pied de la colonne intermédiaire (68), un deuxième courant liquide (144) riche en hydrocarbures en C_2^{+} ;

24

- des moyens d'introduction d'au moins une partie du courant amont de tête (114) issu de la colonne amont (62) dans la colonne intermédiaire (68) ;

- des moyens de refroidissement aval et de condensation partielle du courant intermédiaire de gaz craqué (138) comprenant au moins une région aval (52) d'échange thermique ;

- des moyens de séparation du courant intermédiaire de gaz craqué partiellement condensé (160) comprenant un ensemble aval de séparation (80) pour récupérer un liquide aval (162) et un courant aval de gaz traité (170) ;

- des moyens d'introduction du liquide aval (162) dans la colonne intermédiaire de déméthanisation (68) ;

caractérisée en ce que l'installation comprend :

➤ des moyens de prélèvement d'une partie d'un liquide intermédiaire (136) issu d'un séparateur intermédiaire (44A, 44B) et des moyens de refroidissement de la partie prélevée (190) comprenant une région additionnelle (54) d'échange thermique ;

➤ des moyens de détente d'au moins une première fraction (194) de refroidissement obtenue à partir de la partie prélevée (190) et des moyens de mise en relation d'échange thermique de la première fraction de refroidissement détendue avec le courant intermédiaire de tête (146) comprenant un premier échangeur thermique de tête (74) pour condenser au moins partiellement le courant intermédiaire de tête (146) ;

➤ des moyens de séparation du courant intermédiaire de tête partiellement condensé comprenant un premier séparateur (76) de reflux pour former un courant liquide (148) de reflux introduit dans la colonne intermédiaire (68) et un premier courant gazeux de combustible (150) ;

➤ des moyens de réchauffage du premier courant gazeux de combustible (150) comprenant des moyens de passage dans au moins une région parmi la région additionnelle (54) d'échange thermique, la région aval (52) d'échange thermique, la région intermédiaire (50) d'échange thermique, et la région amont (48) d'échange thermique.

15.- Installation (24) selon la revendication 14, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- des moyens de formation du courant de gaz craqué brut (100) par compression d'un gaz craqué (22) issu de l'installation de pyrolyse (20) comportant au moins un appareil de compression (38, 40) ;

- des moyens de réchauffage de la première fraction de refroidissement (194) en aval du premier échangeur thermique de tête (74) comprenant des moyens de passage dans au

moins une parmi la région additionnelle (54) d'échange thermique, la région aval (52) d'échange thermique, la région intermédiaire (50) d'échange thermique et la région amont (48) d'échange thermique ; et

- des moyens d'introduction de la première fraction de refroidissement réchauffée dans le gaz craqué (22) en amont ou au sein de l'appareil de compression (38, 40).

16.- Installation (24) selon l'une quelconque des revendications 14 ou 15, caractérisé en ce que l'ensemble aval de séparation comporte une colonne (80) d'absorption d'éthylène, l'installation (24) comprenant :

- des moyens d'introduction du courant intermédiaire de gaz craqué partiellement condensé (160) dans la colonne d'absorption d'éthylène (80),
- des moyens de récupération d'un courant additionnel (166) de tête gazeux issu de la colonne d'absorption d'éthylène (80) ;
- des moyens de détente d'une deuxième fraction de refroidissement (196) obtenue à partir de la partie prélevée (190) ; et
- des moyens de mise en relation d'échange thermique de la deuxième fraction de refroidissement détendue avec le courant additionnel de tête (166) comprenant un deuxième échangeur thermique de tête (82) pour condenser au moins partiellement le courant additionnel de tête (166) ;
- des moyens de séparation du courant additionnel de tête partiellement condensé comprenant un deuxième séparateur de reflux (84) pour former un deuxième courant liquide de reflux (168) introduit dans la colonne d'absorption d'éthylène (80) et un courant gazeux traité (170).

17.- Installation selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- des moyens de formation du courant de gaz craqué brut (100) par compression d'un gaz craqué (22) issu de l'installation de pyrolyse (20) comportant au moins un appareil de compression (38, 40) ;
- des moyens de réchauffage de la deuxième fraction de refroidissement (196), en aval du deuxième échangeur thermique de tête (82), comprenant des moyens de passage dans au moins une parmi la région additionnelle (54) d'échange thermique, la région aval (52) d'échange thermique, la région intermédiaire (50) d'échange thermique, et la région amont (48) d'échange thermique ;
- des moyens d'introduction de la deuxième fraction de refroidissement réchauffée

dans le gaz craqué (22) issu de l'installation de pyrolyse (20), en amont ou au sein de l'appareil de compression (38, 40).

