



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
14.10.2015 Bulletin 2015/42

(21) Numéro de dépôt: **15305502.5**

(22) Date de dépôt: **03.04.2015**

(51) Int Cl.:
C10G 63/08 (2006.01) **C10G 63/04** (2006.01)
C10G 11/18 (2006.01) **C10G 35/00** (2006.01)
C07C 11/04 (2006.01) **C07C 11/06** (2006.01)
C07C 15/04 (2006.01) **C07C 15/06** (2006.01)
C07C 15/08 (2006.01)

(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
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA

(30) Priorité: **07.04.2014 FR 1453076**

(71) Demandeur: **IFP Énergies nouvelles**
92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR)

(72) Inventeurs:
• **Fanget, Bertrand**
38200 Vienne (FR)
• **Koudil, Abdelhakim**
69007 Lyon (FR)
• **Corroyer, Romain**
69520 Grigny (FR)
• **Pagot, Alexandre**
69230 St Genis Laval (FR)
• **Fernandez, Joana**
69360 Solaize (FR)

(54) **PROCEDE DE PRODUCTION D'OLEFINES LEGERES ET DE BTX FAISANT APPEL A UNE UNITE DE CRAQUAGE CATALYTIQUE NCC TRAITANT UNE CHARGE DE TYPE NAPHTA, A UNE UNITE DE REFORMAGE CATALYTIQUE ET A UN COMPLEXE AROMATIQUE**

(57) La présente invention concerne un procédé de production d'oléfines légères et de BTX faisant appel à une unité de craquage catalytique NCC traitant une charge de type naphtha, et à un complexe aromatique. Elle permet d'exploiter des synergies entre ces deux unités. Le bilan thermique du NCC intrinsèquement déficitaire

en coke, est résolu par l'utilisation optimale de la chaleur des fours de reformage afin de préchauffer la charge du NCC, et par l'introduction en mélange avec le naphtha d'une partie au moins du raffinat issu du complexe aromatique.

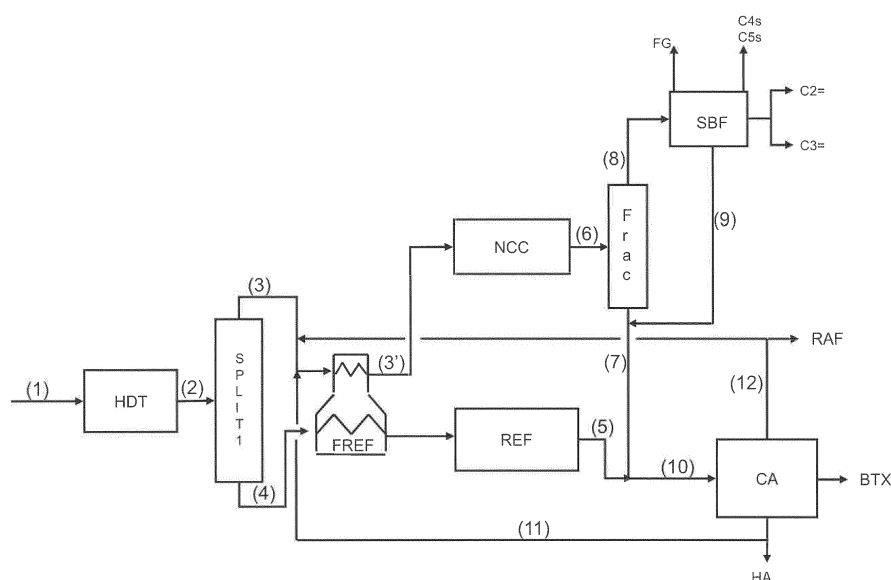


Figure 1

Description**DOMAINE DE L'INVENTION**

[0001] L'intérêt pour le craquage de charges paraffiniques de type essence de distillation directe dans des unités de FCC afin de les valoriser en propylène et éthylène est relativement récent. Cet intérêt provient de la nécessité de disposer d'oléfines légères, éthylène et propylène pour la pétrochimie, en plus de la source traditionnelle que constitue le vapocraquage. Le craquage de coupe de type essence ou naphta conduit à une modification des conditions opératoires du FCC, et à l'utilisation de zéolithe de type ZSM-5. Actuellement, le différentiel de prix de marché entre les oléfines légères et l'essence incite au moins en partie, à tirer un meilleur profit de l'essence en la transformant en ces oléfines légères. De plus, l'amélioration des catalyseurs zéolitiques permet des rendements plus intéressants dans cette transformation en oléfines légères.

[0002] Ce nouveau type d'unités FCC est couramment appelé NCC pour « Naphtha Catalytic Craking » qu'on peut traduire par craquage catalytique de naphta.

[0003] Les réactions de craquage, en plus de produire des oléfines, s'accompagnent de la formation de molécules aromatiques qui n'étaient généralement pas valorisées en tant que telles, car le coût de leur séparation s'avèrerait peu ou pas rentable.

[0004] Par ailleurs, le craquage de coupes légères dans le procédé FCC pose un problème car ce type de charge ne produit pas suffisamment de coke dans les conditions du FCC, et la balance thermique du FCC ne peut être atteinte que par un apport de chaleur externe au procédé.

[0005] La présente invention propose une solution originale pour résoudre ce problème par échange de flux avec le complexe aromatique.

EXAMEN DE L'ART ANTERIEUR

[0006] Il est courant de trouver des documents qui proposent de recycler au régénérateur d'une unité de craquage catalytique (FCC) des coupes à fort potentiel de coke du type « slurry ».

[0007] D'autres documents décrivent le recycle de coupe cokante dans le stripeur du FCC, ou dans une capacité en dérivation du stripeur. L'invention propose de recycler au réacteur de l'unité NCC une coupe cokante issue du complexe aromatique lui-même. On recycle aussi dans le réacteur de l'unité NCC un raffinat non aromatique pour augmenter la production d'oléfines légères.

[0008] En résumé le craquage catalytique d'une coupe de type naphta permet une augmentation des rendements en oléfines légères par rapport à un FCC travaillant sur des charges conventionnelles, et le problème du bouclage du bilan thermique du NCC est résolu par l'utilisation d'une coupe d'aromatiques lourds issue du complexe aromatique.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES FIGURES**[0009]**

La figure 1 présente le schéma du procédé selon l'invention dans sa version de base. Dans cette version le raffinat issu du complexe aromatique (CA) est directement envoyé, au moins en partie, en mélange avec le naphta léger issu de l'unité de séparation (SPLIT1) placée en amont du NCC pour alimenter l'unité NCC. Le fractionnement placé en amont de l'unité NCC et noté (SPLIT1) permet de séparer la coupe naphta de départ en une fraction légère dite « naphta léger » qui alimente le NCC, et une fraction lourde dite « naphta lourd » qui alimente le reformage catalytique.

La figure 2 représente une première variante du schéma de procédé selon la présente invention dans laquelle le raffinat issu du complexe aromatique est envoyé dans une colonne de séparation (SPLIT 2) qui permet de séparer un premier raffinat plus léger (flux 13) qui est introduit en mélange avec la charge naphta léger à l'unité NCC, et un second raffinat plus lourd (flux 14) qui est dirigé vers l'unité de reformage catalytique.

La figure 3 représente une seconde variante du schéma de procédé selon l'invention qui en plus de la modification de la première variante, introduit un recyclage d'hydrocarbures paraffiniques légers du type éthane, propane et butane en mélange avec la charge naphta léger du NCC (flux 15).

La figure 4 représente une troisième variante du schéma de procédé selon l'invention qui, en plus des unités déjà présentes dans les variantes précédentes, introduit une unité d'oligomérisation (OLG) des coupes C4 et C5, de façon à produire des oligomères plus facilement craquables, et susceptible de produire encore plus de propylène et de l'éthylène.

DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'INVENTION

[0010] La présente invention décrit un schéma de procédé de raffinage et pétrochimie qui réalise une intégration entre trois unités : le FCC traitant une charge de type naphta léger, appelé NCC, le reformage catalytique qui traite le naphta lourd, et le complexe aromatique (CA) producteur de BTX.

[0011] L'intégration entre ces trois unités se réalise à la fois par des échanges de flux de matière, et aussi par l'utilisation de la zone de convection des fours de reformage pour assurer la préchauffe de la charge naphta du NCC.

[0012] Les avantages de l'intégration entre l'unité NCC et le complexe aromatique (CA) peuvent se résumer par les points suivants :

[0013] La production simultanée d'oléfines légères et d'aromatiques à partir d'une charge naphta de départ.

[0014] L'unité NCC bénéficie de la proximité d'une charge très cokante pour compenser le déficit en coke de la charge naphta léger, et d'un surcroit de charge sous forme du raffinat en provenance du complexe aromatique, pour produire plus d'oléfines légères.

[0015] L'intégration du NCC au complexe aromatique permet d'obtenir un schéma de procédé qui réduit finalement les sorties à du fuel-gas (H₂ et C₁ essentiellement), des oléfines légères (C₂= et C₃=) et des BTX.

[0016] Le recycle à épuisement des autres effluents, tels que le raffinat et la fraction aromatiques lourds issues du complexe aromatique (CA), permet à la fois d'augmenter la production d'oléfines légères, éthylène et propylène, et d'assurer le bilan thermique du NCC. C'est en ce sens qu'on peut parler d'une véritable synergie entre le NCC et le complexe aromatique.

[0017] Le flux "aromatiques lourds" du complexe aromatique (CA) est ainsi diminué au maximum, voire éliminé, au bénéfice de coke produit lors de la réaction de craquage catalytique, et brûlé au régénérateur du NCC pour en assurer le bilan thermique.

[0018] Le flux de raffinat (12) en provenance du complexe aromatique est également diminué au maximum, voire éliminé, au bénéfice d'oléfines légères produites par le craquage dans le NCC.

[0019] La charge du NCC est préchauffée par les fours de l'unité de reformage catalytique (FREF), préférentiellement dans la zone de convection de ces derniers, ce qui permet de mieux équilibrer la balance thermique du NCC déficitaire en coke.

[0020] De façon plus précise, la présente invention décrit un schéma de procédé permettant la production simultanée d'oléfines légères (principalement éthylène et propylène) et de BTX en faisant appel à trois unités fonctionnant en synergie : une unité de FCC traitant une charge de type naphta léger dite NCC, un reformage catalytique (REF) de la coupe naphta lourd, et un complexe aromatique (CA) producteur de BTX.

[0021] Le schéma du procédé selon la présente invention peut se décrire de la façon suivante :

[0022] La charge du procédé est une coupe naphta dont la définition la plus large est celle d'une coupe de point initial au moins 30°C et de point final au plus 220°C. Toute coupe ayant un intervalle de distillation compris à l'intérieur de la fourchette large 30°C-220°C est, dans le cadre de la présente invention, considérée comme un naphta.

[0023] Par simplification on conservera 30°C et 220°C comme les points initial et final typiques d'une coupe naphta.

[0024] La charge naphta (1) d'intervalle de distillation 30°C-220°C est envoyée dans une unité d'hydrotraitement (HDT) qui permet d'éliminer les composés soufrés et azotés qu'elle contient.

[0025] La charge naphta hydrotraitée (2) est envoyée dans une unité de séparation (SPLIT1) qui permet de

séparer une fraction légère dite naphta léger, d'intervalle de distillation 30°C-T_M°C, et une fraction lourde dite naphta lourd, d'intervalle de distillation T_M°C-220°C.

[0026] La valeur du point de coupe T_M°C peut varier en fonction des rendements souhaités en produits finaux (éthylène et propylène et BTX).

[0027] Généralement la température T_M est comprise entre 80 et 160°C, et préférentiellement comprise entre 100°C et 150°C, et encore plus préférentiellement comprise entre 110°C et 140°C.

[0028] Le naphta léger (3) est envoyé comme charge du NCC.

[0029] Le naphta lourd (4) est envoyé comme charge de l'unité de reformage catalytique (REF).

[0030] Les effluents (6) du NCC sont séparés dans une unité de fractionnement (FRAC) qui permet de séparer une fraction légère (8) qui est envoyée dans une séparation dite boîte froide (SBF) qui permet d'isoler l'H₂, le CH₄ et les paraffines légères en C₂, C₃, C₄, C₅, et l'éthylène (C₂=) et le propylène (C₃=).

[0031] La fraction lourde (7) issue du séparateur (FRAC) est envoyée en mélange avec les effluents (5) du reformage catalytique (REF) comme charge (10) du complexe aromatique (CA).

[0032] Le complexe aromatique (CA) permet d'extraire les BTX, un raffinat (12), correspondant à la partie non aromatique des effluents, qui est envoyé au moins en partie en mélange avec le naphta léger (3) comme charge du NCC, et une fraction dite aromatiques lourds (11) qui est également envoyée en mélange avec le naphta léger (3) comme charge du NCC pour assurer par son pouvoir cokant le bilan thermique de ce dernier.

[0033] Dans une première variante du procédé selon l'invention, représentée par la figure 2, l'effluent raffinat (12) du complexe aromatique (CA) est envoyé dans une unité de séparation (SPLIT2) qui permet de séparer une fraction légère (13) qui est envoyée en mélange avec la charge naphta léger (3) à l'unité de craquage catalytique (NCC), et une fraction lourde (14) qui est envoyée en mélange avec la charge naphta lourd (4) à l'unité de reformage catalytique (REF).

[0034] Dans une seconde variante du procédé selon l'invention représentée par la figure 3, variante qui peut se combiner à la première variante, les paraffines légères de C₂ à C₅ produites comme effluents de l'unité de craquage catalytique (NCC) à partir de la boîte de séparation (SBF), sont envoyées en mélange avec la charge naphta léger (3) vers l'unité de craquage catalytique (NCC) afin d'augmenter le rendement en oléfines légères, éthylène et propylène et améliorer le transport et la fluidisation.

[0035] Dans une troisième variante du procédé selon l'invention représentée par la figure 4, variante qui peut parfaitement se combiner aux variantes précédentes, les molécules légères en C₄ et C₅ issues de la boîte de séparation (SBF) sont envoyées dans une unité d'oligomérisation (OLG), et les effluents de ladite unité d'oligomérisation (OLG) sont envoyés en mélange avec la char-

ge naphta léger (3) dans l'unité de craquage catalytique (NCC).

[0036] Enfin dans toutes les variantes du procédé selon la présente invention, la coupe naphta léger (3) issue du fractionnement (SPLIT1) est de manière préférée préchauffée dans la zone de convection des fours de reformage catalytique (FREF) avant d'être introduite comme charge de l'unité de craquage catalytique (NCC).

[0037] Le procédé de production d'oléfines légères et de BTX selon la présente invention fait préférentiellement fonctionner l'unité NCC dans des conditions de craquage sévères, c'est-à-dire une température de sortie du réacteur (ROT) comprise entre 500°C et 750°C, et un rapport du débit massique de catalyseur sur le débit massique de charge (C/O) compris entre 5 et 40.

[0038] Le procédé de production d'oléfines légères et de BTX selon la présente invention fait appel, pour l'unité NCC, à un catalyseur comprenant une proportion de zéolithe au moins égal à 20%, et plus particulièrement une proportion de zéolithe ZSM-5 au moins égal à 10% en poids par rapport au catalyseur total.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0039] Une unité FCC traite généralement une coupe lourde issue de l'unité de distillation sous vide comme le VGO (abréviation de la terminologie anglo saxonne Vacuum Gas Oil), ou un résidu sous vide, pris seul ou en mélange, ou encore un résidu atmosphérique pris seul ou en mélange.

[0040] Il arrive cependant que la charge arrivant au FCC puisse être plus légère du fait d'un prétraitement préalable du VGO par exemple, ou bien du fait qu'elle provienne d'une unité de conversion dans laquelle la charge initiale s'est enrichie en hydrogène et a été débarrassée de certaines impuretés.

[0041] Une adaptation récente du FCC à des charges encore plus légères, de type essences, appelées aussi naphta, a pour but de convertir ces flux en oléfines légères (éthylène et propylène), produits à forte valeur ajoutée et points de départ pour le marché de la pétrochimie.

[0042] Une unité de FCC traitant des charges de type naphta est alors appelé NCC. Le problème majeur du craquage de ces charges de type naphta provient du faible rendement en coke de la charge qui oblige à repenser le bilan thermique de l'unité.

[0043] Dans la présente invention, ce problème de bilan thermique du NCC est résolu par synergie avec un complexe aromatique (CA).

[0044] La figure 1 décrit schématiquement le complexe aromatique avec intégration d'une unité NCC, objet de la présente invention.

[0045] La charge naphta est une coupe essence dont le point d'ébullition initial est supérieur ou égal à 30°C, et le point d'ébullition final est généralement inférieur ou égal à 220°C. Elle est préalablement traitée dans une unité d'hydrotraitement (HDT) afin de la débarrasser des composés soufrés et azotés susceptibles d'empoisonner

les catalyseurs en aval.

[0046] L'effluent naphta désulfuré/déazotée est envoyé dans une unité de fractionnement (SPLIT1). La partie légère issue de ce fractionnement (flux 3) est envoyée à l'unité NCC, alors que la partie lourde (flux 4) est envoyée à l'unité de reformage catalytique (REF) après avoir été chauffée au niveau requis dans un four de reformage (FREF).

[0047] Le fractionnement en aval de l'unité NCC est représenté par l'unité (FRAC) et peut être réglé de façon à orienter la production vers plus d'oléfines légères, ou vers plus d'aromatiques.

[0048] Le flux lourd (7) sortant de l'unité de fractionnement (FRAC) est dirigé vers le complexe aromatique (CA).

[0049] Le flux léger (8) sortant de l'unité de fractionnement (FRAC) est dirigé vers une unité de séparation (SBF) permettant de séparer les oléfines légères éthylène et propylène, l'hydrogène et le méthane, et le propane et le butane.

[0050] Le flux lourd (7) issu du fractionnement (FRAC) est mélangé aux effluents de l'unité de reformage catalytique (5) pour former la charge (10) du complexe aromatique (CA) duquel on extrait les BTX, et une coupe aromatique plus lourde correspondant au flux (11).

[0051] La coupe non aromatique dite raffinat correspond au flux (12) et, dans la version de base du schéma selon l'invention, est envoyée en mélange avec la fraction légère du naphta (3) comme charge de l'unité NCC.

[0052] Les unités mises en jeu dans le présent schéma, c'est-à-dire le NCC, le reformage catalytique (REF) et le complexe aromatique (CA) permettent de produire à partir d'un naphta de départ, de l'éthylène et du propylène, et des BTX. Certaines variantes du schéma de base permettent de produire plus de propylène ou d'éthylène.

[0053] Le complexe aromatiques (CA) permet de produire du benzène, du toluène et des xylènes (notés globalement BTX), et notamment du para-xylène, produit de base de la pétrochimie. Le flux d'aromatiques lourds (flux 11) est recyclé au moins en partie au NCC en tant que charge additionnelle, en mélange avec la charge naphta léger (3), et permet d'assurer le bilan thermique du NCC.

[0054] Le flux appelé raffinat (12) correspondant à la partie non aromatique du complexe aromatique (CA), est recyclé au moins en partie au NCC en tant que charge additionnelle productrice d'oléfines légères.

[0055] Selon le schéma représenté en figure 2, le raffinat (12) peut être séparé en deux fractions dans une unité de séparation notée (SPLIT2), la partie légère (13) allant au NCC pour produire essentiellement des oléfines et un peu d'aromatiques, et la partie lourde (14) allant au reformage (REF) pour produire des aromatiques supplémentaires.

[0056] L'unité (NCC) après séparation dans le fractionnement (FRAC) et la boîte froide (SBF) produit un flux en C6+ (noté 9) contenant une quantité appréciable d'aromatiques qui sont introduits en mélange avec la

fraction lourde du fractionnement (FRAC) pour former le flux (7) alimentant le complexe aromatique (CA) en mélange avec les effluents (10) du reformage catalytique (REF).

[0057] La fraction non aromatique des effluents du complexe aromatique (CA), dit raffinat (flux 12) est renvoyée, en totalité ou en partie, au NCC formant une charge additionnelle à la charge principale (3) du NCC. Cette charge additionnelle permet d'augmenter les rendements finaux en oléfines légères C2= et C3=.

[0058] Les produits du NCC autre que l'éthylène ou le propylène, peuvent être recyclés dans cette même unité. On peut aussi utiliser la partie dite « dry gas », à l'exclusion de l'éthylène, et la partie dite « LPG », à l'exclusion du propylène, comme fuel gaz dans les fours du reformage catalytique (FREF).

[0059] Dans la figure 3, on considère une autre variante dans laquelle on recycle les paraffines en C2 et C3 ainsi que les coupes C4 et C5 issues de la séparation par boîte froide (SBF) au NCC, en mélange ou séparément.

[0060] Une autre façon de recycler les coupes C4 et C5 issues du NCC est de passer d'abord par une unité d'oligomérisation (OLG) de façon à produire des oligomères plus facilement craquables, et susceptible de produire encore plus de propylène et de l'éthylène. Cette variante est illustrée par la figure 4.

[0061] Dans tous ces schémas, le train d'échange de chaleur du reforming est mis à profit pour augmenter la température du naphta léger (3) allant au NCC. Cette préchauffe de la charge du NCC permet de gagner des calories nécessaires à la balance thermique du NCC.

[0062] Le bilan thermique du NCC est assuré par le recycle de la coupe des aromatiques lourds (HA), flux noté (11), sortant du complexe aromatique (CA). On peut définir cette coupe d'aromatiques lourds comme formée des composés à nombre d'atome de carbone supérieur à 8. Cette coupe très aromatique est une coupe fortement cokante qui va permettre de générer la quantité de coke nécessaire au bouclage du bilan thermique de l'unité NCC.

[0063] L'unité de NCC est une unité de craquage catalytique de naphta (NCC) possédant au moins un réacteur principal fonctionnant soit en flux ascendant (« riser »), soit en flux descendant (« downer »).

[0064] Dans la suite on parlera de réacteur sans préciser le type d'écoulement puisque la présente invention couvre les deux modes d'écoulement possibles. Alternativement, l'unité NCC peut disposer d'un réacteur secondaire, de type « riser » ou « downer », pour craquer les recycles ou les flux additionnels séparément.

[0065] Elle possède une section de séparation-strip-page dans laquelle le catalyseur est séparé des effluents hydrocarbonés.

[0066] Elle possède en outre une section régénération du catalyseur dans laquelle le coke formé dans la réaction et déposé sur le catalyseur est brûlé afin de récupérer sous forme de chaleur sensible du catalyseur, une partie

de la chaleur nécessaire dans le réacteur.

[0067] L'unité de NCC possède sa propre section de traitement des effluents hydrocarbonés avec notamment une section de traitement des gaz permettant une séparation des oléfines légères (éthylène, propylène) des autres gaz : hydrogène, méthane, éthane, propane. Cette section de séparation est représentée par l'ensemble formé par le fractionnement des effluents (FRAC) et la boîte froide de séparation des composés légers (c'est-à-dire à moins de 5 atomes de carbone) noté SBF.

[0068] On ne décrira pas en détail cet ensemble d'unité de fractionnement bien connu de l'homme du métier.

[0069] La partie plus lourde des effluents hydrocarbonés est traitée dans une section de séparation (FRAC) comprenant au moins une unité de fractionnement permettant de récupérer la coupe C6+ (flux 7) qui est envoyée au complexe aromatique (CA).

[0070] La partie intermédiaire comprenant les hydrocarbures à 4 et 5 atomes de carbone peut être soit recyclée directement au NCC, soit être envoyée à une unité d'oligomérisation (OLG) afin d'obtenir des coupes de type polyC4/C5 dont la craquabilité (c'est-à-dire le potentiel de craquage) dans le NCC est nettement supérieure à celle des composés non oligomérisés, soit encore être valorisée vers des pools dédiés.

[0071] L'unité NCC est opérée de préférence à haute sévérité, c'est-à-dire à température de sortie réacteur élevée (ROT) et à fort rapport C/O (ratio du débit de catalyseur sur le débit de charge entrant au NCC les deux débits étant massiques).

[0072] La gamme de conditions opératoires est donnée dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 - Gamme des conditions opératoires de l'unité de FCC (NCC)

Condition	Min	Max
ROT, °C	500	750
C/O	5	40

[0073] Le catalyseur peut être tout type de catalyseur acide, avec une préférence pour un catalyseur contenant une certaine proportion de zéolithe, préférentiellement supérieure à 20% en masse du catalyseur total.

[0074] Un catalyseur de FCC typique comportant de l'alumine, de la zéolithe Y, et de la zéolithe ZSM-5 est un exemple de catalyseur qui pourrait être utilisé.

EXEMPLES SELON L'INVENTION

[0075] Des essais en laboratoire sur une unité simulant le NCC ont été conduits sur une coupe naphta légère très paraffinique, sur une coupe légère prélevée en sortie de l'unité de reformage catalytique, et sur une coupe aromatique représentative du flux dit "aromatiques lourds" (noté HA) provenant du complexe aromatique.

[0076] Les essais ont été réalisés à forte sévérité (tem-

pérature > 650°C et C/O > 15) afin de simuler au plus près les conditions opératoires du NCC.

[0077] Ces essais permettent d'établir des structures de rendement pour le craquage d'une charge de NCC.

[0078] Pour le reformage du naphta, des conditions de sévérité permettant d'obtenir un RON autour de 95 ont été utilisées.

Exemple 1 : Unité de FCC de Naphta (selon l'art antérieur))

[0079] Le premier exemple permet de justifier l'intérêt de la proximité du complexe aromatique et de l'unité de NCC afin d'extraire les aromatiques produits lors du craquage d'une charge type essence de distillation directe.

[0080] Le Tableau 2 ci-dessous décrit la structure par famille chimique d'un naphta paraffinique dont l'intervalle de distillation est compris entre 55°C et 115°C.

[0081] Le tableau 3 suivant fournit la structure de rendement des produits issus du craquage de cette charge sur une unité pilote en riser simulé à faible temps de contact et à forte sévérité.

Tableau 2 - Composition du Naphta FCC par famille d'hydrocarbures.

	Composition (% pds)
N-Paraffines	28,10
1-Paraffines	29,98
Naphtènes	33,67
Oléfines	1,03
Di-Oléfines	0,13
Aromatiques	7,08

[0082] Le craquage de ce naphta à haute sévérité (T=650°C, C/O=15) conduit aux rendements massiques suivants pour les molécules d'intérêt dans notre cas :

Tableau 3 - Rendement principaux du craquage.

	Rendement (% pds)
Éthylène	12,63
Propylène	18,01
Butènes	8,51
C6 Aromatique	4,31
C7 Aromatique	7,13
C8 Aromatique	2,25
Coke	0,14

[0083] Les rendements en éthylène et propylène sont nettement plus importants que pour un FCC de VGO classique. Par contre le rendement en coke et beaucoup

plus faible que pour un FCC classique. Avec ce rendement plus faible en coke, un apport extérieur de chaleur au régénérateur est nécessaire, il représente même 95% de la chaleur nécessaire pour assurer un équilibre entre le réacteur et le régénérateur.

[0084] Pour un débit de charge naphta (tableau 2) de 5000 tonne/heure, les débits des différents effluents de craquage sont donnés dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 - Débits des principaux composés du NCC pour une capacité de 5000 tonne/heure.

	Débit (tonne/heure)
Éthylène	631
Propylène	900
Butènes	426
C6 Aromatique	215
C7 Aromatique	357
C8 Aromatique	112
Coke	7

Exemple 2 : Unité NCC couplé à un complexe aromatique avec coupe naphta large coupée à 50-50.

[0085] Afin d'illustrer les avantages de la présente invention, nous avons considéré un naphta total de point initial 55 °C, et de point final 160 °C.

[0086] La fraction distillée correspondant aux premiers 50% en poids, et dont les propriétés sont données dans le tableau 2, est envoyée au NCC dans les conditions de sévérité décrite dans l'exemple 1, alors que la partie 115 °C+ représentant environ 50% poids du total, est envoyée dans une unité de reformage catalytique.

[0087] Les effluents des deux unités sont disposés tel que décrit dans la figure de l'invention 1.

[0088] Les débits sortant des unités NCC et du complexe aromatique (CA) pour un débit total de naphta de 10000 tonne/heure sont donnés dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 - Débits des principaux composés du NCC +complexe aromatique pour une capacité de 10000 tonne/heure (5000 tonne/heure NCC, et 5000 tonne/heure pour le reforming.

	Débit (tonne/heure)
Éthylène	717
Propylène	1110
Butènes	515
C6 Aromatique	674
C7 Aromatique	1382
C8 Aromatique	1199

(suite)

	Débit (tonne/heure)
Coke	98

[0089] Par rapport à la situation de l'exemple 1 (craquage de naphta seul), les débits des oléfines légères sont nettement améliorés :

- Ethylène augmente de 631 à 717 tonne/heure,
- Propylène augmente de 900 à 1110 tonne/heure,
- Butènes augmentent de 426 à 674 tonne/heure.

[0090] Le rendement coke du NCC est lui très nettement augmenté.

[0091] Il passe de 7 à 98 tonne/heure. Ce rendement coke permet presque d'équilibrer le bilan thermique du NCC puisque l'on passe de 95% du bouclage thermique apporté par une source extérieure au régénérateur à seulement 17%.

Exemple 3 : Unité NCC couplé à un complexe aromatique avec coupe naphta large coupée à 40-60.

[0092] Si l'on veut établir l'équilibre thermique du NCC et augmenter la production d'aromatiques, on peut envoyer 40% du naphta totale (55 °C - 160 °C) au NCC et les 60% restant au reformage (REF).

[0093] Les débits de sortie sont alors les suivants :

Tableau 6 - Débits des principaux composés du NCC+complexe aromatique pour une capacité de 10000 tonne/heure (4000 tonne/heure NCC, et 6000 tonne/heure pour le reforming.

	Débit (tonne/heure)
Éthylène	608
Propylène	972
Butènes	447
C6 Aromatique	723
C7 Aromatique	1516
C8 Aromatique	1394
Coke	115

[0094] Le rendement en oléfines légères (éthylène, propylène, butènes) a baissé par rapport au cas précédent (tableau 5), mais reste plus élevé que dans le cas du NCC seul (tableau 4), sauf pour l'éthylène où l'on constate une légère baisse.

[0095] Les rendements en aromatiques sont nettement augmentés du fait que l'on a envoyé plus de charge au reforming et au complexe aromatique. Le coke du NCC continue d'augmenter puisque plus d'aromatiques lourds sont envoyés au réacteur.

[0096] Avec le rendement coke obtenu, le bilan thermique du NCC boucle sans avoir recours à une source de chaleur extérieure, ce qui représente un avantage très appréciable du point de vue du coût opératoire du procédé.

Revendications

1. Procédé de production d'oléfines légères et de BTX à partir d'une coupe naphta de point initial d'ébullition supérieur à 30°C et de point final d'ébullition inférieur à 220°C, ledit procédé comprenant une unité de craquage catalytique (NCC) traitant une charge de type naphta léger (30-TM°C), une unité de reformage catalytique (REF) traitant une charge dite naphta lourd (TM°C-220°C), et d'un complexe aromatique (CA) alimenté par les effluents du reformage catalytique (REF) et la fraction 60+ des effluents du NCC, ledit procédé comportant la suite d'opérations suivantes :

- On envoie la charge naphta (1) de point initial d'ébullition au moins égal à 30°C et de point final d'ébullition au moins égal à 220°C dans une unité d'hydrotraitement (HDT) qui permet d'éliminer les composés soufrés et azotés qu'elle contient,

- On envoie la charge naphta hydrotraitée (2) est dans une unité de séparation (SPLIT 1) qui permet de séparer une fraction légère dite naphta léger, d'intervalle de distillation 40-T_M°C, et une fraction lourde dite naphta lourd d'intervalle de distillation T_M-220°C avec T_M°C compris entre 80°C et 160°C, préférentiellement compris entre 100°C et 150°C, et très préférentiellement compris entre 110°C et 140°C,

- On envoie le naphta léger (3) comme charge du NCC,

- On envoie le naphta lourd (4) comme charge de l'unité de reformage catalytique (REF),

- On sépare les effluents (6) du NCC dans une unité de fractionnement (FRAC) qui permet de séparer une fraction légère (8) qui est envoyée dans une séparation dite boîte froide (SBF) qui permet d'isoler l'H₂, le CH₄ et les paraffines légères en C₂, C₃ et C₄ d'une part, et l'éthylène et le propylène d'autre part,

- On envoie la fraction lourde (7) issue du séparateur (FRAC) en mélange avec les effluents (5) du reformage catalytique (REF) comme charge (10) du complexe aromatique (CA),

- On extrait du complexe aromatique (CA) les BTX, un raffinat (12) défini comme la partie non aromatique des effluents, qui est envoyé au moins en partie en mélange avec le naphta léger (3) comme charge du NCC, et une fraction dite aromatiques lourds (11) qui est également envoyée en mélange avec le naphta léger (3) com-

me charge du NCC.

2. Procédé de production d'oléfines légères et de BTX à partir d'une unité de craquage catalytique (NCC) traitant une charge de type naphta léger (30-TM°C), d'une unité de reformage catalytique (REF) traitant une charge dite naphta lourd (TM°C-220°C), et d'un complexe aromatique (CA) alimenté par les effluents du reformage catalytique (REF) et la fraction 60+ des effluents du NCC, selon la revendication 1, dans lequel l'effluent raffiné (12) du complexe aromatique est envoyé dans une unité de séparation (SPLIT2) qui permet de séparer une fraction légère (13) qui est envoyée en mélange avec la charge naphta léger (3) à l'unité de craquage catalytique (NCC), et une fraction lourde (14) qui est envoyée en mélange avec la charge naphta lourd (4) à l'unité de reformage catalytique (REF). 5 10 15
3. Procédé de production d'oléfines légères et de BTX à partir d'une unité de craquage catalytique (NCC) selon la revendication 2, dans lequel les paraffines légères de C2 à C5 produite comme effluents du NCC à partir de la boîte de séparation (BF) sont envoyées en mélange avec la charge naphta léger (3) vers l'unité de craquage catalytique NCC. 20 25
4. Procédé de production d'oléfines légères et de BTX à partir d'une unité de craquage catalytique (NCC) selon la revendication 3, dans lequel les oléfines légères en C4 et C5 sont envoyées dans une unité d'oligomérisation (OLG), et les effluents de ladite unité d'oligomérisation sont envoyés en mélange avec la charge naphta léger (3) dans l'unité de craquage catalytique (NCC). 30 35
5. Procédé de production d'oléfines légères et de BTX à partir d'une unité de craquage catalytique (NCC) traitant une charge naphta léger (30-T_M°C), d'une unité de reformage catalytique (REF) traitant une charge dite naphta lourd (T_M°C-220°C), et d'un complexe aromatique (CA) alimenté par les effluents du reformage catalytique et la fraction 60+ des effluents du NCC, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la coupe naphta léger (3) issue du fractionnement (SPLIT1) est préchauffée dans la zone de convection des fours de reformage catalytique (FREF) avant d'être introduite comme charge de l'unité de craquage catalytique (NCC). 40 45 50
6. Procédé de production d'oléfines légères et de BTX à partir d'une unité de craquage catalytique (NCC), selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les conditions opératoires du NCC sont les suivantes ; température de sortie du réacteur comprise entre 500°C et 750°C, et rapport du débit massique de catalyseur sur le débit massique de charge (C/O) est compris entre 5 et 40. 55

7. Procédé de production d'oléfines légères et de BTX à partir d'une unité de craquage catalytique (NCC), selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le catalyseur utilisé dans l'unité NCC comprend une proportion de zéolithe ZSM-5 au moins égal à 10% en poids par rapport au catalyseur total.

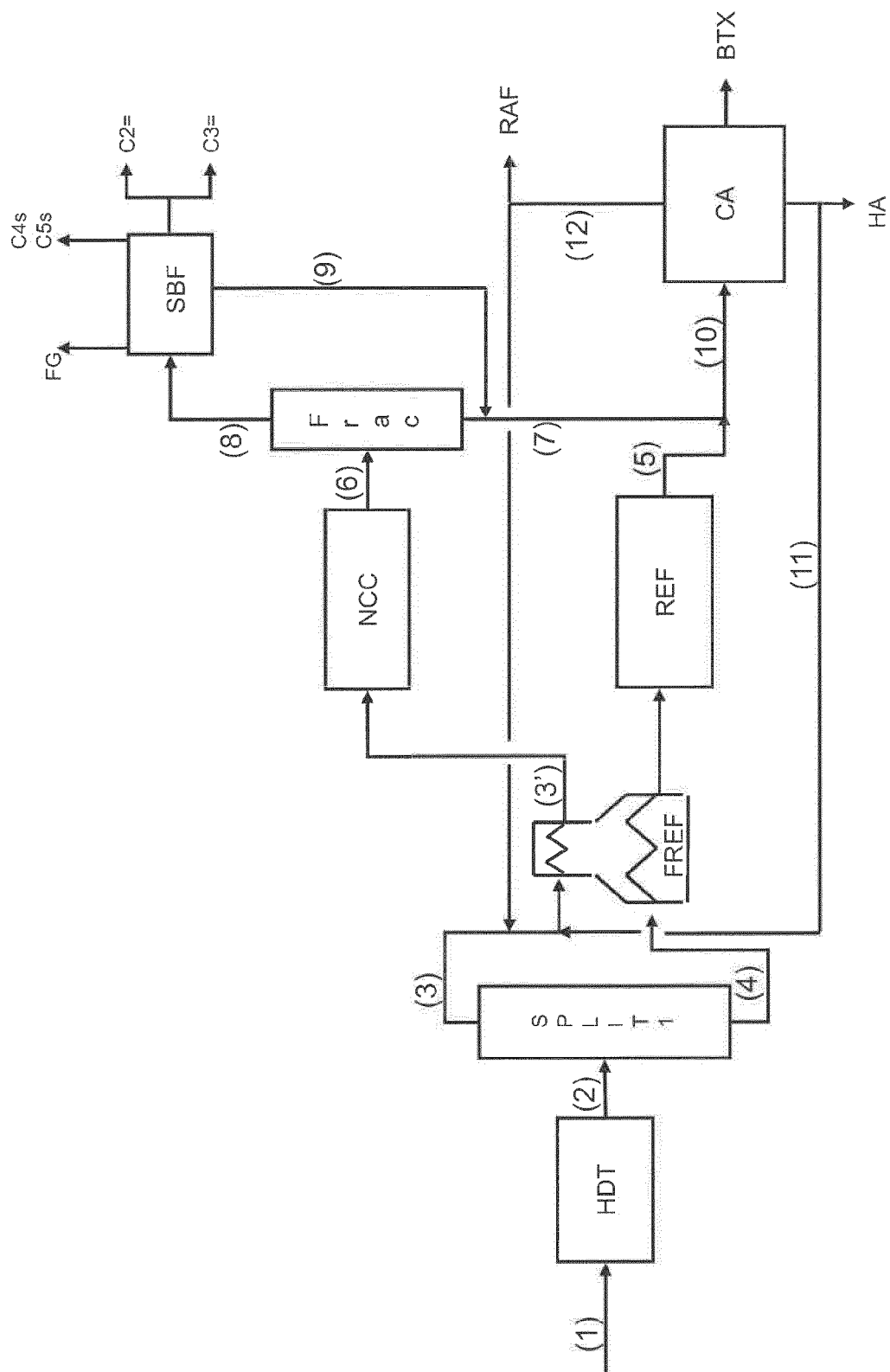


Figure 1

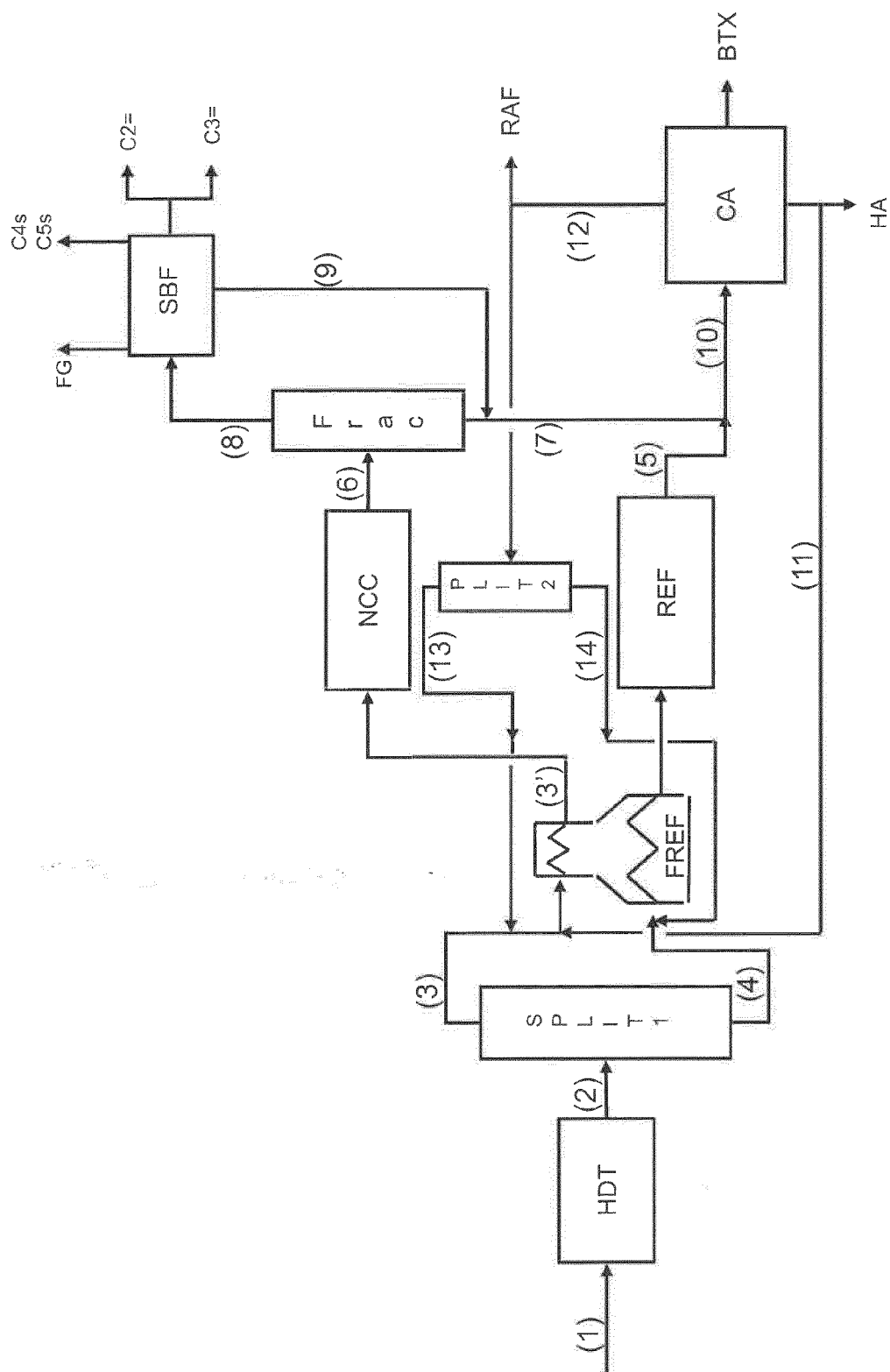


Figure 2

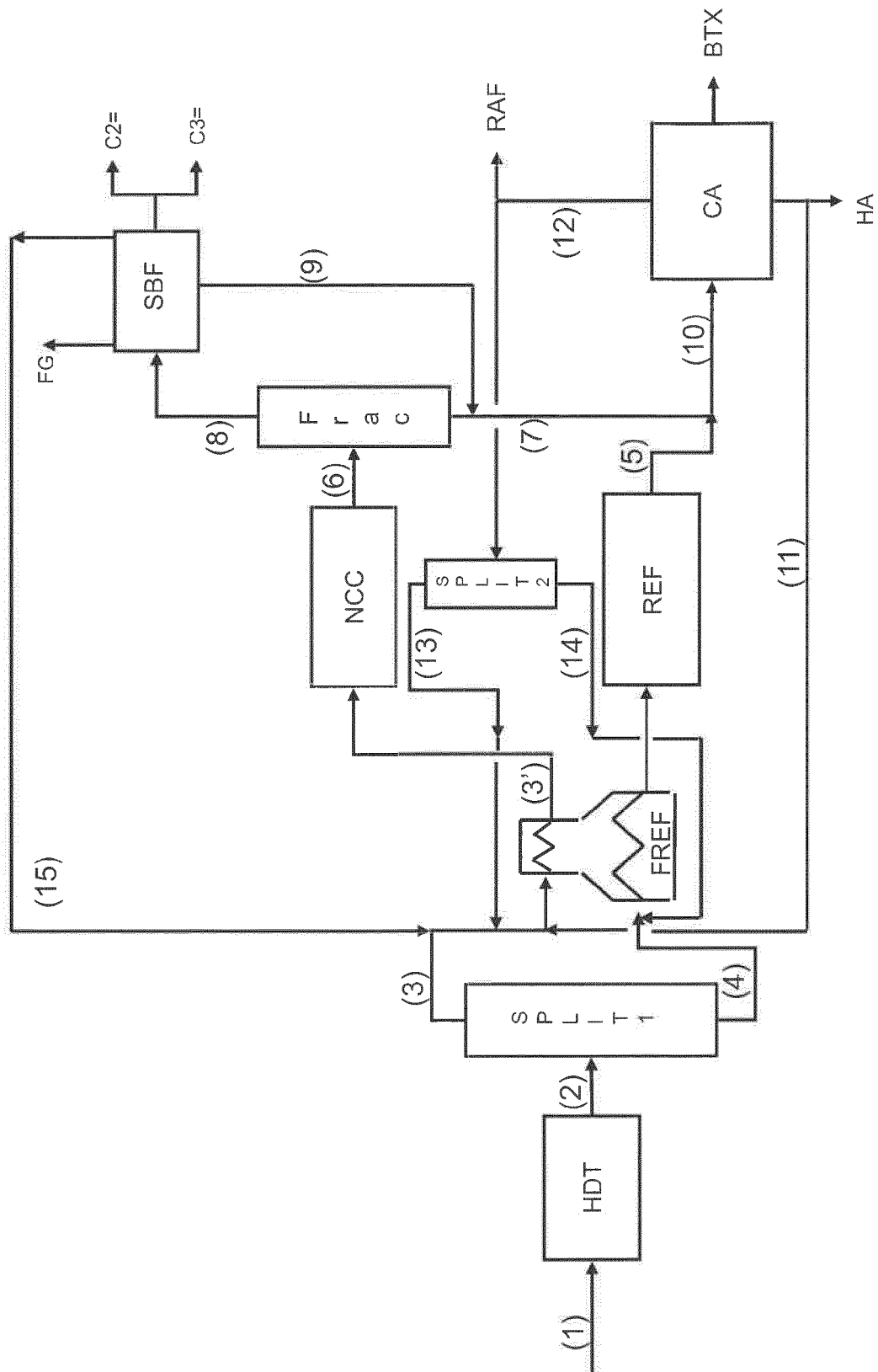


Figure 3

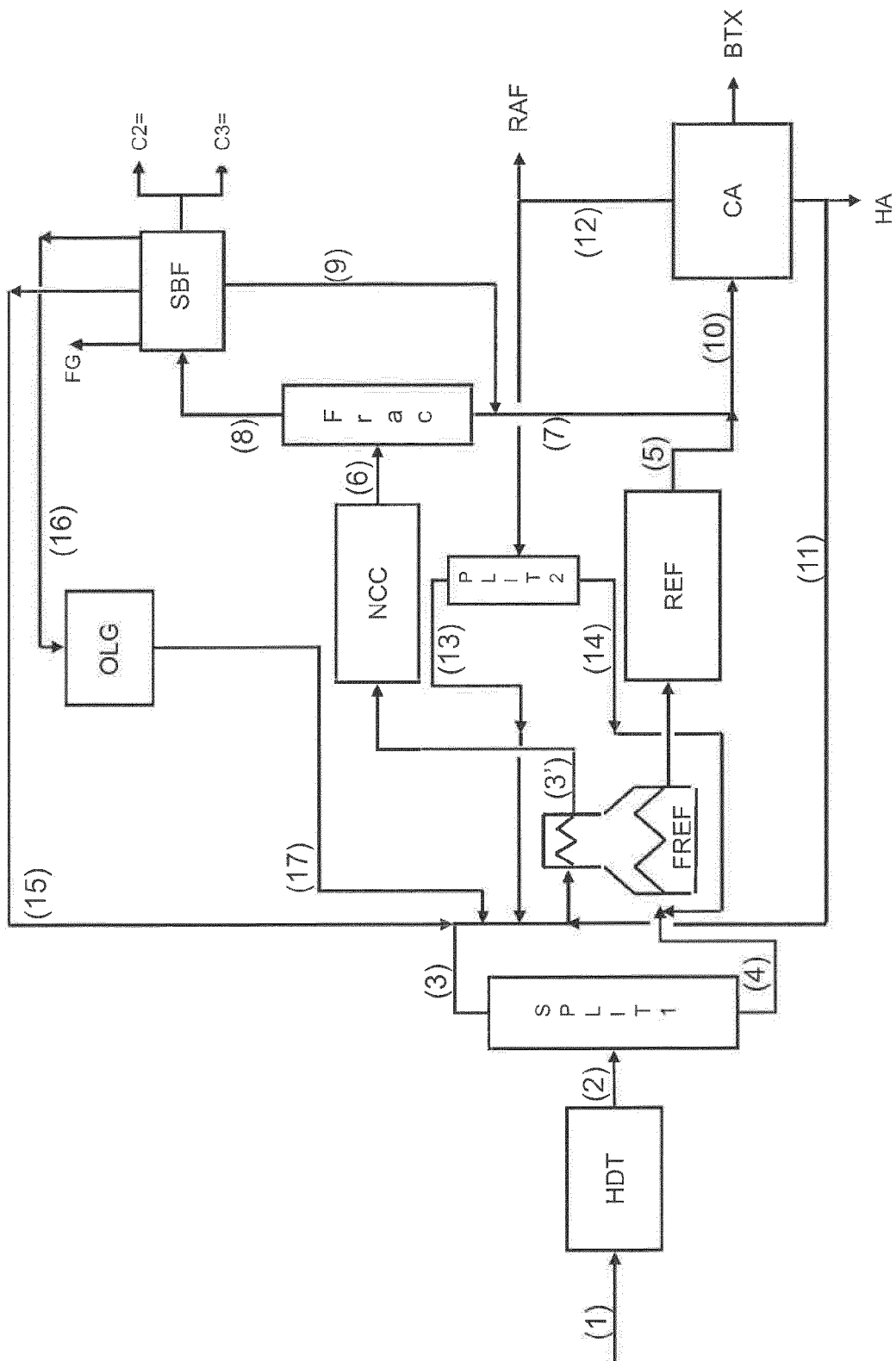


Figure 4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 30 5502

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 2008/035527 A1 (ENG CURTIS N [US] ET AL) 14 février 2008 (2008-02-14) * alinéa [0057] - alinéa [0060]; figure 2 *	1-7	INV. C10G63/08 C10G63/04 C10G11/18 C10G35/00
Y	US 6 004 452 A (ASH GARY A [US] ET AL) 21 décembre 1999 (1999-12-21) * colonne 17, ligne 30 - ligne 42; figure 2 * * colonne 13, ligne 22 - ligne 25 *	1-7	C07C11/04 C07C11/06 C07C15/04 C07C15/06 C07C15/08
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			C10G C07C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		31 juillet 2015	Gzil, Piotr
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 15 30 5502

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

31-07-2015

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2008035527 A1	14-02-2008	BR PI0716398 A2	26-02-2013
		CN 101522866 A	02-09-2009
		EP 2049622 A1	22-04-2009
		JP 5197597 B2	15-05-2013
		JP 2010500445 A	07-01-2010
		KR 20080014665 A	14-02-2008
		US 2008035527 A1	14-02-2008
		WO 2008020923 A1	21-02-2008

US 6004452 A	21-12-1999	AU 6883898 A	07-06-1999
		US 6004452 A	21-12-1999
		WO 9925791 A1	27-05-1999

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82