

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 07.04.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.10.24 Bulletin 24/41.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : IFP Energies nouvelles EPIC — FR.

72 Inventeur(s) : DEHLINGER Marie, BERTINO-
GHERRA Céline et CLAIRE Faustine.

73 Titulaire(s) : IFP Energies nouvelles EPIC.

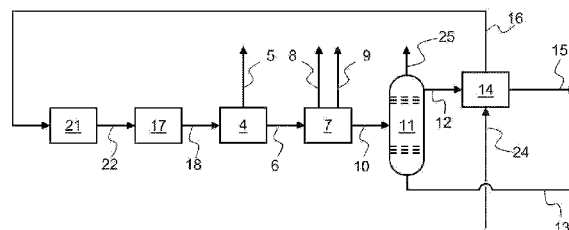
54 **Procédé de reformage catalytique avec
valorisation des effluents non-aromatiques.**

57 Selon un premier aspect, la présente invention

concerne un procédé et un dispositif de production de composés aromatiques, dans lesquels le raffinat (16) d'une unité d'extraction des aromatiques (14) est envoyé dans une unité de reformage catalytique dédiée (17) pour produire un effluent

de reformat (18) qui est successivement traité par : une section de recontactage (4) pour séparer de l'hydrogène (5) ; une section de stabilisation (7) pour séparer des composés hydrocarbonés en C1-C2 (8) et des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5 (9) ; et une colonne de séparation de reformat (11) pour séparer une fraction en C6-C8 (12) et une fraction en C8+ (13), la fraction en C6-C8 (12) étant envoyée dans l'unité d'extraction des aromatiques (14). La présente invention concerne également un procédé de modification d'un dispositif existant de production de composés aromatiques, comprenant d'installer le procédé selon le premier aspect dans le dispositif existant.

Figure 1 à publier



Description

Titre de l'invention : Procédé de reformage catalytique avec valorisation des effluents non-aromatiques

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine des procédés de production de composés aromatiques, et plus particulièrement, les composés aromatiques de type benzène, toluène et xylène par reformage catalytique d'une charge hydrocarbonée de type naphta.

Technique antérieure

[0002] Généralement, l'objectif d'une unité de reformage catalytique est de convertir les composés naphténiqes et paraffiniques (n-paraffines et iso-paraffines) en composés aromatiques. Les principales réactions mises en jeu sont la déshydrogénation des naphténes et la déshydrocyclisation des paraffines en aromatiques, l'isomérisation des paraffines et des naphténes. D'autres réactions dites « parasites » peuvent également se produire telles que l'hydrocraquage et l'hydrogénolyse des paraffines et des naphténes, l'hydro-déalkylation des alkyl-aromatiques donnant lieu à des composés légers et des aromatiques plus légers, ainsi que la formation de coke à la surface des catalyseurs.

[0003] Les charges typiquement envoyées dans une unité de reformage catalytique sont riches en composés paraffiniques et naphténiqes et relativement pauvres en composés aromatiques. Ce sont généralement des naphtas issus de la distillation de pétrole brut ou des condensats de gaz naturel. D'autres charges peuvent également être disponibles, contenant des teneurs variables en aromatiques, à savoir les naphtas lourds de craquage catalytique, de cokéfaction, d'hydrocraquage, ou encore les essences de vapocraquage.

[0004] Pour une application en pétrochimie, les performances recherchées sont le rendement en aromatiques ainsi que la distribution des aromatiques produits. Les composés aromatiques sont généralement traités dans un complexe aromatique afin de favoriser la production d'un ou plusieurs composés aromatiques, le plus souvent les xylènes (en particulier le paraxylène) et le benzène. Un complexe aromatique est une unité de production d'aromatiques comprenant par exemple des sections de séparation (e.g. distillation, adsorption/désorption, cristallisation) et optionnellement de transformation (e.g. isomérisation, transalkylation) pour la production de composés aromatiques, notamment de paraxylène. Le toluène et les aromatiques plus lourds peuvent être valorisés pour la constitution de bases essence ou par la production de mélange de xylènes. La production de composés aromatiques C6-C7 permet notamment l'amélioration de l'indice d'octane de l'essence, et/ou permet d'augmenter l'offre en benzène, en toluène et en xylènes. Afin de maximiser la production de composés aro-

matiques C6-C7 par reformage catalytique, la présence d'un système catalytique spécifique comprenant généralement un métal catalytiquement actif (généralement le platine) et une zéolite non acide est utilisée.

- [0005] Un schéma de reformage catalytique classique pour la production d'aromatiques, sans valorisation du raffinat de l'extraction des aromatiques, à partir d'une charge de type naphta comprend les étapes suivantes :
- on envoie un courant de naphta dans une unité de reformage, générant un effluent ;
 - on envoie l'effluent dans une colonne de séparation de reformat, créant ainsi un flux de tête et un flux de fond ;
 - on envoie le flux de tête dans une unité de purification de composés aromatiques, créant ainsi un courant d'aromatiques purifié comprenant des composés aromatiques C6 et C7, et un courant de raffinat.
- [0006] Il existe de nombreux autres procédés connus qui ont pour but d'augmenter la production des composés aromatiques C6-C7 à partir du procédé classique. Par exemple, la demande de brevet US2012/0277505 décrit le procédé classique mentionné ci-dessus dans lequel on recycle le courant de raffinat dans l'unité de reformage.
- [0007] La demande de brevet US2012/0277505 décrit également un procédé d'amélioration de la production de benzène et de toluène à partir d'une charge de type naphta comprenant les étapes suivantes :
- on envoie un courant de naphta dans une unité de fractionnement, générant un premier flux comprenant des hydrocarbures C7 et plus légers, et un deuxième flux comprenant des hydrocarbures plus lourds ;
 - on envoie le premier flux dans une première unité de reformage générant un premier effluent ;
 - on envoie le second flux dans une seconde unité de reformage, à une température supérieure à la température appliquée dans la première unité de reformage, générant un deuxième effluent ;
 - on envoie le premier effluent et le second effluent dans une colonne de séparation de reformat, créant ainsi un flux de tête et un flux de fond ;
 - on envoie le flux de tête dans une unité de purification de composés aromatiques, créant ainsi un courant d'aromatiques purifié comprenant des composés aromatiques C6 et C7, et un courant de raffinat ;
 - on recycle le courant de raffinat dans la première unité de reformage.
- [0008] De tels procédés permettent une production accrue d'hydrocarbures aromatiques, et en particulier de benzène et de toluène, à partir d'un courant d'alimentation de naphta. Plus particulièrement, l'étape de recyclage du raffinat et le repositionnement de l'unité d'extraction d'aromatiques par rapport aux unités de reformage catalytique situées en

parallèle permet de générer une augmentation de 25% des rendements en benzène et une augmentation d'environ 10% des rendements en toluène.

[0009] Cependant, bien que ces procédés visent à augmenter la production de composés aromatiques C6-C7, la production de xylènes peut être améliorée. En outre, les améliorations proposées sont souvent peu adaptées pour la modification d'unités existantes, le complexe aromatique existant n'ayant pas une capacité suffisante pour traiter de nouveaux composés aromatiques.

Résumé de l'invention

[0010] Dans le contexte précédemment décrit, un premier objet de la présente description est de surmonter les problèmes de l'art antérieur et de fournir un procédé et un dispositif de reformage catalytique permettant d'augmenter la production de benzène et de toluène. Un deuxième objet de la présente description est de fournir un procédé et un dispositif de reformage catalytique pouvant être implémenté dans un complexe existant sans modifier les installations existantes, notamment en vue d'accroître la production de benzène et de xylènes.

[0011] Selon un premier aspect, les objets précités, ainsi que d'autres avantages, sont obtenus par un procédé de production de composés aromatiques, tel que des aromatiques à 6-8 atomes de carbones (A6-A8), et notamment de xylènes, à partir d'une charge de composés hydrocarbonés, comprenant les étapes suivantes :

- on envoie une première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 dans une unité d'extraction des aromatiques pour produire un extrait comprenant des composés aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone et un raffinat comprenant des composés aliphatiques de 6 à 8 atomes de carbone ;
- on envoie le raffinat dans une première unité de reformage catalytique dédiée pour produire un premier effluent de reformat ;
- on envoie le premier effluent de reformat dans une première section de recontactage pour séparer un premier effluent gazeux riche en hydrogène et un premier effluent liquide d'hydrocarbures ;
- on envoie le premier effluent liquide d'hydrocarbures dans une première section de stabilisation pour séparer un premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un premier flux liquide comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une première fraction liquide comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférablement au moins 5 atomes de carbone ;
- on envoie la première fraction liquide dans une première colonne de séparation de reformat pour séparer une première fraction en C6-C8 comprenant des composés hydrocarbonés en C6-C8, et une première fraction en C8+ comprenant des composés hy-

drocarbonés à au moins 8 atomes de carbone ;

- on envoie la première fraction en C6-C8 au moins en partie dans l'unité d'extraction des aromatiques.

[0012] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le procédé comprend d'envoyer l'extrait et la première fraction en C8+ dans une unité de production d'aromatiques (complexe aromatique).

[0013] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le raffinat est envoyé dans une première unité d'hydrotraitement dédiée pour produire un premier effluent hydrotraité envoyé dans la première unité de reformage catalytique.

[0014] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première fraction en C6-C8 comprend des composés hydrocarbonés en C5, et/ou une première fraction de tête comprenant des composés hydrocarbonés en C5 est séparée dans la première colonne de séparation de reformat.

[0015] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 comprend au moins 50% poids, préférablement au moins 60% poids, très préférablement au moins 70% poids de composés aromatiques.

[0016] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première unité de reformage catalytique comprend au moins un réacteur de reformage utilisé selon au moins une des conditions opératoires suivantes :

- une température comprise entre 400°C et 600°C, de préférence entre 470°C et 570°C ;

- une pression comprise entre 0,1 MPa et 3 MPa, de préférence entre 0,3 MPa et 2,5 MPa ;

- un rapport molaire entre l'hydrogène et les composés hydrocarbonés compris entre 0,8 et 8 mole/mole ; et

- un débit massique de flux traité par unité de masse de catalyseur et par heure compris entre 0,1 h⁻¹ et 10 h⁻¹, de préférence entre 0,5 h⁻¹ et 6 h⁻¹.

- catalyseur optionnel comprenant : une phase active comprenant : au moins un métal choisi parmi le platine, le zinc ou le molybdène, préférablement le platine ; un support comprenant une zéolite, préférablement une zéolite choisie parmi une zéolite L, une zéolite X, une zéolite Y, une zéolite ZSM-5 ; et optionnellement un liant choisi parmi les aluminosilicate, l'alumine, la silice, les argiles, les carbures de silicium, pris seuls ou en combinaison.

[0017] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le procédé comprend les étapes suivantes :

- on envoie une deuxième charge hydrocarbonée dans une deuxième unité de reformage catalytique pour produire un deuxième effluent de reformat ;

- on envoie le deuxième effluent de reformat dans une deuxième section de re-

contactage pour produire un deuxième effluent gazeux riche en hydrogène et un deuxième effluent liquide d'hydrocarbures ;

- on envoie le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures dans une deuxième section de stabilisation pour séparer un deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un deuxième flux liquide comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une deuxième fraction liquide comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférablement au moins 5 atomes de carbone ;
- on envoie la deuxième fraction liquide dans une deuxième colonne de séparation de reformat pour séparer une deuxième fraction en C6-C8 et une deuxième fraction en C8+ comprenant des composés hydrocarbonés à au moins 8 atomes de carbone ;
- on envoie la deuxième fraction en C6-C8 dans l'unité d'extraction des aromatiques en tant que ladite première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8.

[0018] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le procédé comprend les étapes suivantes :

- on envoie une deuxième charge hydrocarbonée dans une deuxième unité de reformage catalytique pour produire un deuxième effluent de reformat ;
- on envoie le deuxième effluent de reformat dans une deuxième section de re-contactage pour produire un deuxième effluent gazeux riche en hydrogène et un deuxième effluent liquide d'hydrocarbures ;
- on envoie le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures dans une deuxième section de stabilisation pour séparer un deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un deuxième flux liquide comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une deuxième fraction liquide comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférablement au moins 5 atomes de carbone ;
- on envoie la deuxième fraction liquide dans la première colonne de séparation de reformat.

[0019] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le procédé comprend les étapes suivantes :

- on envoie une deuxième charge hydrocarbonée dans une deuxième unité de reformage catalytique pour produire un deuxième effluent de reformat ;
- on envoie le deuxième effluent de reformat dans une deuxième section de re-contactage pour produire un deuxième effluent gazeux riche en hydrogène et un deuxième effluent liquide d'hydrocarbures ;
- on envoie le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures dans la première section de stabilisation.

[0020] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le procédé comprend les étapes

suivantes :

- on envoie une deuxième charge hydrocarbonée dans une deuxième unité de reformage catalytique pour produire un deuxième effluent de reformat ;
- on envoie le deuxième effluent de reformat au moins en partie dans la première section de recontactage.

- [0021] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le procédé comprend d'envoyer la deuxième fraction en C8+ au moins en partie dans une unité de production d'aromatiques.
- [0022] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième charge hydrocarbonée est envoyée dans une deuxième unité d'hydrotraitement dédiée pour produire un deuxième effluent hydrotraité envoyé dans la deuxième unité de reformage catalytique.
- [0023] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième charge hydrocarbonée comprend du naphta.
- [0024] Selon un deuxième aspect, les objets précités, ainsi que d'autres avantages, sont obtenus par un procédé de modification d'un dispositif de production de composés aromatiques, tel que des aromatiques à 6-8 atomes de carbones (A6-A8), et notamment de xylènes, à partir d'une charge de composés hydrocarbonés,
- le dispositif de production de composés aromatiques comprenant :
- une deuxième unité de reformage catalytique adaptée pour traiter une deuxième charge hydrocarbonée et produire un deuxième effluent de reformat ;
 - une deuxième section de recontactage adaptée pour traiter le deuxième effluent de reformat et produire un deuxième effluent gazeux riche en hydrogène et un deuxième effluent liquide d'hydrocarbures ;
 - une deuxième section de stabilisation adaptée pour traiter le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures et séparer un deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un deuxième flux liquide comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une deuxième fraction liquide comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préféablement au moins 5 atomes de carbone ;
 - une deuxième colonne de séparation de reformat adaptée pour traiter la deuxième fraction liquide et séparer une deuxième fraction en C6-C8 et une deuxième fraction en C8+ comprenant des composés hydrocarbonés à au moins 8 atomes de carbone ;
 - une unité d'extraction des aromatiques adaptée pour traiter la deuxième fraction en C6-C8 et produire un extrait comprenant des composés aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone et un raffinat comprenant des composés aliphatiques de 6 à 8 atomes de carbone,
- le procédé comprenant les étapes suivantes :
- on installe dans le dispositif de production de composés aromatiques une première

unité de reformage catalytique dédiée adaptée pour traiter le raffinat, produire un premier effluent de reformat, et envoyer le premier effluent de reformat dans la deuxième section de recontactage ou une première section de recontactage dédiée ;

- optionnellement, on installe dans le dispositif de production de composés aromatiques la première section de recontactage dédiée adaptée pour traiter le premier effluent de reformat, séparer un premier effluent gazeux riche en hydrogène et un premier effluent liquide d'hydrocarbures, et envoyer le premier effluent liquide d'hydrocarbures dans la deuxième section de stabilisation ou une première section de stabilisation dédiée ;

- optionnellement, on installe dans le dispositif de production de composés aromatiques la première section de stabilisation dédiée adaptée pour traiter le premier effluent liquide d'hydrocarbures, séparer un premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un premier flux liquide comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une première fraction liquide comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférentiellement au moins 5 atomes de carbone, et envoyer la première fraction liquide dans la deuxième colonne de séparation de reformat ou une première colonne de séparation de reformat dédiée ;

- optionnellement, on installe dans le dispositif de production de composés aromatiques la première colonne de séparation de reformat dédiée adaptée pour traiter la première fraction liquide, séparer une première fraction en C6-C8 comprenant des composés hydrocarbonés en C6-C8, et une première fraction en C8+comprenant des composés hydrocarbonés à au moins 8 atomes de carbone, et envoyer la première fraction en C6-C8 au moins en partie dans l'unité d'extraction des aromatiques.

[0025] Selon un troisième aspect, les objets précités, ainsi que d'autres avantages, sont obtenus par un dispositif de production de composés aromatiques, tel que des aromatiques à 6-8 atomes de carbones (A6-A8), et notamment de xylènes, à partir d'une charge de composés hydrocarbonés, le dispositif comprenant :

- une unité d'extraction des aromatiques adaptée pour traiter une première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 pour produire un extrait comprenant des composés aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone et un raffinat comprenant des composés aliphatiques de 6 à 8 atomes de carbone ;

- une première unité de reformage catalytique dédiée adaptée pour traiter le raffinat et produire un premier effluent de reformat ;

- une première section de recontactage adaptée pour traiter le premier effluent de reformat et séparer un premier effluent gazeux riche en hydrogène et un premier effluent liquide d'hydrocarbures ;

- une première section de stabilisation adaptée pour traiter le premier effluent liquide

d'hydrocarbures et séparer un premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un premier flux liquide comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une première fraction liquide comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférablement au moins 5 atomes de carbone ;

- une première colonne de séparation de reformat adaptée pour traiter la première fraction liquide, séparer une première fraction en C6-C8 comprenant des composés hydrocarbonés en C6-C8 et une première fraction en C8+ comprenant des composés hydrocarbonés à au moins 8 atomes de carbone, et envoyer la première fraction en C6-C8 au moins en partie dans l'unité d'extraction des aromatiques.

[0026] Des modes de réalisation de l'invention selon les aspects précités, ainsi que d'autres caractéristiques et avantages, vont apparaître à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre uniquement illustratif et non limitatif, et en référence au dessin suivant.

Liste des figures

[0027] La [Fig.1] est une représentation schématique simplifiée du procédé de production de composés aromatiques selon l'invention.

[0028] La [Fig.2] est une représentation schématique simplifiée du procédé de production de composés aromatiques selon la [Fig.1] en parallèle d'un reformage classique.

[0029] La [Fig.3] est une représentation schématique simplifiée du procédé de production de composés aromatiques selon la [Fig.2] à colonne de séparation de reformat mutualisée.

[0030] La [Fig.4] est une représentation schématique simplifiée du procédé de production de composés aromatiques selon la [Fig.3] à section de stabilisation mutualisée.

[0031] La [Fig.5] est une représentation schématique simplifiée du procédé de production de composés aromatiques selon la [Fig.4] à section de recontactage mutualisée.

Description des modes de réalisation

[0032] La présente invention concerne un procédé de production de composés aromatiques, tel que des aromatiques à 6-8 atomes de carbones (A6-A8), et notamment de xylènes, à partir d'une charge de composés hydrocarbonés.

[0033] En référence à la [Fig.1], selon l'invention, le procédé comprend les étapes suivantes :

- on envoie une première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24 dans une unité d'extraction des aromatiques 14 pour former un extrait 15 comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone, et un raffinat 16 comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés aliphatiques de 6 à 8 atomes de carbone ;

- on envoie le raffinat 16 dans une première unité de reformage catalytique dédiée 17

pour obtenir un premier effluent de reformat 18 ;

- on envoie le premier effluent de reformat 18 dans une première section de re-contactage 4 (optionnellement dédiée) pour obtenir un premier effluent gazeux riche en hydrogène 5 (plus riche en hydrogène par rapport au premier effluent de reformat 18) et un premier effluent liquide d'hydrocarbures 6 (moins riche en hydrogène par rapport au premier effluent de reformat 18) ;

- on envoie le premier effluent liquide d'hydrocarbures 6 dans une première section de stabilisation 7 (optionnellement dédiée) pour séparer un premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés 8 comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2 (par rapport à l'effluent d'hydrocarbures), un premier flux liquide 9 (ou GPL pour Gaz de Pétrole Liquéfié) comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une première fraction liquide 10 (stabilisée) comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférablement au moins 5 atomes de carbone ;

- on envoie la première fraction liquide 10 dans une première colonne de séparation de reformat 11 (optionnellement dédiée) pour séparer une première fraction en C6-C8 12 comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés en C6-C8, et une première fraction en C8+ 13 comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés en C8+ ;

- on envoie la première fraction en C6-C8 12 au moins en partie dans l'unité d'extraction des aromatiques 14.

[0034] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le raffinat 16 est envoyé dans une première unité d'hydrotraitement dédiée 21 (par exemple pour élimination de soufre, d'azote, d'oléfines) pour produire un premier effluent hydrotraité 22 envoyé dans la première unité de reformage catalytique 17 (en lieu et place du raffinat 16).

[0035] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première colonne de séparation de reformat 11 est adaptée pour séparer une première fraction de tête 25 comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés en C5. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première colonne de séparation de reformat 11 est adaptée pour envoyer les composés hydrocarbonés en C5 dans l'unité d'extraction des aromatiques 14 avec la première fraction en C6-C8 12.

[0036] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le procédé comprend en outre d'envoyer l'extrait 15 et la première fraction en C8+ 13 (préférablement séparément) dans une unité de production d'aromatiques (complexe aromatique), par exemple pour la production de xylènes (préférablement de paraxylène) et optionnellement de benzène. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, on envoie l'extrait 15 dans une section de fractionnement de benzène et de toluène du complexe aromatique, et on envoie la

première fraction en C8+ 13 dans une section de fractionnement de composés aromatiques en C8 et C9 du complexe aromatique.

- [0037] On comprend par le terme « section de recontactage » dans la présente description une section comprenant une opération permettant d'extraire des composés contenus dans une phase gazeuse au moyen d'une phase liquide qui a un pouvoir absorbant grâce à une mise en contact entre les deux phases. Par exemple, un recontactage peut être assuré en réalisant un contact direct par mélange en ligne des phases liquide et gazeuse ou dans un dispositif de recontactage dédié à l'opération unitaire.
- [0038] On comprend par le terme « majoritairement » dans la présente description le fait que le flux considéré comprend, en poids, au moins 50% des composants considérés. On comprend par le terme « essentiellement » dans tout le présent texte le fait que le flux considéré comprend, en poids, au moins 80%, notamment au moins 90% ou 95%, préférablement au moins 99% ou 99,5% desdits composants. Il peut aussi s'agir de la totalité des composants considérés, aux impuretés habituelles près.
- [0039] On comprend par le terme « dédiée » dans la présente description le fait que l'unité dite « dédiée » traite uniquement l'effluent considéré. Par exemple dans le procédé selon la présente invention, la première unité de reformage catalytique dédiée 17 ne traite que le raffinat 16.
- [0040] On comprend par le terme « stabilisé » dans la présente description le fait que la fraction liquide a été distillée pour éliminer des composés à 4 atomes de carbone ou moins (C4-), par exemple pour contenir essentiellement aucun composé en C4-.
- [0041] On comprend par le terme « coupe hydrocarbonée C_n » dans la présente description une coupe comprenant des hydrocarbures à n atomes de carbone. Par coupe C_n+ on entend une coupe comprenant des hydrocarbures à au moins n atomes de carbone. Par coupe C_n- on entend une coupe comprenant des hydrocarbures à au plus n atomes de carbone.
- [0042] En référence à la [Fig.2], selon un ou plusieurs modes de réalisation, le procédé comprend les étapes suivantes :
- on envoie une deuxième charge hydrocarbonée 1 dans une deuxième unité de reformage catalytique 2 (dédiée) pour obtenir un deuxième effluent de reformat 3 ;
 - on envoie le deuxième effluent de reformat 3 dans une deuxième section de recontactage 26 (optionnellement dédiée) pour obtenir un deuxième effluent gazeux riche en hydrogène 27 (par rapport au deuxième effluent de reformat 3) et un deuxième effluent liquide d'hydrocarbures 28 ;
 - on envoie le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures 28 dans une deuxième section de stabilisation 29 (optionnellement dédiée) pour séparer un deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés 30 comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2 (par rapport à l'effluent d'hydrocarbures), un deuxième flux liquide 31 (ou GPL

pour Gaz de Pétrole Liquéfié) comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une deuxième fraction liquide 32 (stabilisée) comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférablement au moins 5 atomes de carbone ;

- on envoie la deuxième fraction liquide 32 dans une deuxième colonne de séparation de reformat 33 (optionnellement dédiée) pour séparer une deuxième fraction en C6-C8 34, et une deuxième fraction en C8+ 23 comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés en C8+ ;

- on envoie la deuxième fraction en C6-C8 34 dans l'unité d'extraction des aromatiques 14 en tant que ladite première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24.

[0043] Il est entendu que les termes « premier » et « deuxième » utilisés dans la présente description sont présents pour simplement différencier les différentes unités et les différents effluents du procédé selon la présente invention. Par exemple, lors de la modification d'un dispositif de production existant (« revamping » selon la terminologie anglo-saxonne), la colonne de séparation de reformat du dispositif de production existant peut être considérée comme étant la « première » colonne de séparation de reformat (modification sans ajout d'une colonne de séparation de reformat additionnelle) ou la « deuxième » colonne de séparation de reformat (modification avec ajout d'une colonne de séparation de reformat additionnelle). Il en est de même pour la section de stabilisation (et optionnellement de recontactage) du dispositif de production existant, qui peut être considérée comme étant la « première » section de stabilisation (modification sans ajout d'une section de stabilisation additionnelle) ou « deuxième » section de stabilisation (modification avec ajout d'une section de stabilisation additionnelle).

[0044] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième charge hydrocarbonée 1 est envoyée dans une deuxième unité d'hydrotraitement dédiée 19 (dédiée) (par exemple pour élimination de soufre, d'azote, d'oléfines) pour produire un deuxième effluent hydrotraité 20 envoyé dans la deuxième unité de reformage catalytique 2 (en lieu et place de la deuxième charge hydrocarbonée 1).

[0045] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième colonne de séparation de reformat 33 est adaptée pour séparer une deuxième fraction de tête 35 comprenant (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés en C5. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième colonne de séparation de reformat 33 est adaptée pour envoyer les composés hydrocarbonés en C5 dans l'unité d'extraction des aromatiques 14 avec la deuxième fraction en C6-C8 34.

[0046] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le procédé comprend en outre d'envoyer

la deuxième fraction en C8+ 23 au moins en partie dans le complexe aromatique. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, on envoie la deuxième fraction en C8+ 23 dans la section de fractionnement de composés aromatiques en C8 et C9 du complexe aromatique, par exemple en mélange avec la première fraction en C8+ 13.

[0047] Selon l'invention, la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24 comprend (consiste en) des composés aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone (e.g. benzène et toluène) et des composés non-aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone (e.g. composés aliphatiques tels que des composés paraffiniques et naphéniques). Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24 comprend au moins 50% poids, préférablement au moins 60% poids, très préférablement au moins 70% poids de composés aromatiques. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24 comprend entre 55% poids et 95% poids, préférablement entre 60% poids et 90% poids, tel que par exemple entre 65% poids et 85% poids de composés aromatiques. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24 comprend moins de 50% poids, préférablement moins 60% poids, très préférablement moins 70% poids de composés non-aromatiques. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24 comprend entre 5% poids et 45% poids, préférablement entre 10% poids et 40% poids, tel que par exemple entre 15% poids et 35% poids de composés non-aromatiques. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24 comprend (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés en C6-C7 et éventuellement des composés hydrocarbonés en C5. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24 est sensiblement dépourvue de composés soufrés, azotés, oxygénés.

[0048] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième charge hydrocarbonée 1 comprend (consiste en) du naphta, par exemple un naphta de température initiale de distillation supérieure ou égale à 30°C et de température finale de distillation inférieure ou égale à 220°C (à pression atmosphérique). Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième charge hydrocarbonée 1 comprend majoritairement des hydrocarbures en C6 à C10 et éventuellement des composés hydrocarbonés en C5. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la coupe naphta comprend essentiellement des hydrocarbures en C6 à C10. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième charge hydrocarbonée 1 comprend majoritairement des hydrocarbures dont la température initiale de distillation est comprise entre 70°C et 90°C ou entre 80°C et 100°C et dont la température finale de distillation est comprise entre 150°C et 220°C. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième charge hydrocarbonée 1 comprend

essentiellement des hydrocarbures dont la température initiale de distillation est comprise entre 80°C et 100°C et dont la température finale de distillation est comprise entre 150°C et 220°C. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième charge hydrocarbonée 1 comprend au moins 40% de composés paraffiniques et/ou naph-téniques. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième charge hydro-carbonée 1 comprend au moins 80% de composés paraffiniques et/ou naph-téniques. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième charge hydrocarbonée 1 comprend moins de 20% de composés aromatiques.

[0049] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le raffinat 16 comprend majoritairement des composés aliphatiques de 6 à 8 atomes de carbone (e.g. composés non-aromatiques tels que des composés paraffiniques et naph-téniques). Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le raffinat 16 comprend moins de 70% poids, préférablement moins de 80% poids, très préférablement moins de 90% poids de composés aromatiques. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le raffinat 16 comprend essentiellement des composés non-aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone. Selon un ou plusieurs modes de réa-lisation, le raffinat 16 comprend (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés aliphatiques en C6-C7 et éventuellement des composés aliphatiques en C5.

[0050] Un premier exemple non limitatif du procédé selon l'invention est reporté sur la [Fig.1], dans lequel on envoie la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24 dans l'unité d'extraction des aromatiques 14 pour former l'extrait 15 (flux de composés aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone) et le raffinat 16 (flux de composés aliphatiques de 6 à 8 atomes de carbone). On envoie le raffinat 16 dans la première unité optionnelle d'hydrotraitement 21 pour produire le premier effluent hy-drotraité 22 qui est envoyé dans la première unité de reformage catalytique 17. Le premier effluent de reformat 18 issu de la première unité de reformage catalytique 17 est envoyé dans la première section de recontactage 4 afin de former le premier effluent gazeux riche en hydrogène 5 et le premier effluent liquide d'hydrocarbures 6. Le premier effluent liquide d'hydrocarbures 6 est envoyé dans la première section de stabilisation 7 afin de récupérer le premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés 8 enrichi en hydrocarbures C1 et C2, le premier flux liquide 9 comprenant du gaz de pétrole liquéfié (GPL) ainsi que la première fraction liquide 10 contenant majori-tairement des hydrocarbures à au moins 4 ou 5 atomes de carbone. La première fraction liquide 10 est envoyée dans la première colonne de séparation de reformat 11 afin d'obtenir la première fraction en C6-C8 12 comprenant des composés C6 à C8, la première fraction en C8+ 13 (e.g. flux de fond) comprenant des composés aromatiques C8+, et optionnellement la première fraction de tête 25 (composés en C5). Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première fraction en C6-C8 12 comprend (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés en

C6-C7 et éventuellement des composés hydrocarbonés en C5. La première fraction en C6-C8 12 est envoyée dans l'unité d'extraction des aromatiques 14 et la première fraction en C8+ 13 est envoyée vers un complexe aromatique.

- [0051] Un deuxième exemple non limitatif du procédé selon l'invention est reporté sur la [Fig.2], dans lequel on envoie la deuxième charge hydrocarbonée 1 de type naphta comprenant des hydrocarbures en C6 à C10 dans la deuxième unité optionnelle d'hydrotraitement 19 puis le deuxième effluent hydrotraité 20 est envoyé dans la deuxième unité de reformage catalytique 2. Le deuxième effluent de reformat 3 issu de la deuxième unité de reformage catalytique 2 est envoyé dans la deuxième section de recontactage 26 afin de former le deuxième effluent gazeux riche en hydrogène 27, et le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures 28. Le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures 28 est envoyé dans la deuxième section de stabilisation 29 afin de récupérer le deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés 30 enrichi en hydrocarbures C1 et C2, le deuxième flux liquide 31 comprenant du gaz de pétrole liquéfié (GPL) et la deuxième fraction liquide 32 contenant majoritairement des hydrocarbures à au moins 4 ou 5 atomes de carbone. La deuxième fraction liquide 32 est envoyée dans la deuxième colonne de séparation de reformat 33 afin d'obtenir la deuxième fraction en C6-C8 34 comprenant des composés C6 à C8 et la deuxième fraction en C8+ 23 (e.g. flux de fond) comprenant des composés aromatiques C8+. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième fraction en C6-C8 34 comprend (majoritairement, préférablement essentiellement) des composés hydrocarbonés en C6-C7 et éventuellement des composés hydrocarbonés en C5. La deuxième fraction en C6-C8 34 est envoyée dans l'unité d'extraction des aromatiques 14 en lieu et place de la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24.
- [0052] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première unité de reformage catalytique 17 et/ou la deuxième unité de reformage catalytique 2 comprend au moins un réacteur de reformage utilisé selon au moins une des conditions opératoires suivantes :
- une température comprise entre 400°C et 600°C, de préférence entre 470°C et 570°C ;
 - une pression comprise entre 0,1 MPa et 3 MPa, de préférence entre 0,3 MPa et 2,5 MPa ;
 - un rapport molaire entre l'hydrogène et les composés hydrocarbonés compris entre 0,8 et 8 mole/mole ; et
 - un débit massique de flux traité par unité de masse de catalyseur et par heure compris entre 0,1 h⁻¹ et 10 h⁻¹, de préférence entre 0,5 h⁻¹ et 6 h⁻¹, tel qu'entre 1 h⁻¹ et 5 h⁻¹.
- [0053] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le premier catalyseur utilisé dans la première unité de reformage catalytique 17 comprend une phase active comprenant au

moins un métal choisi parmi le platine, le zinc ou le molybdène, et un support comprenant une zéolite, et éventuellement un liant. Préférentiellement, le métal est le platine.

- [0054] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le premier catalyseur contient une quantité de métal comprise entre 0,02 à 2% poids, de manière préférée entre 0,05 et 1,5% poids, de manière encore plus préférée entre 0,1 et 0,8% poids par rapport au poids total du premier catalyseur.
- [0055] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la zéolite du support du premier catalyseur est choisie parmi une zéolite L, une zéolite X, une zéolite Y, une zéolite ZSM-5. Plus préférentiellement, la zéolite est une zéolite L.
- [0056] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le liant du premier catalyseur est choisi parmi les aluminosilicate, l'alumine, la silice, les argiles, les carbures de silicium, pris seuls ou en combinaison. Plus préférentiellement, le liant est la silice.
- [0057] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le premier catalyseur comprend une phase active comprenant du platine, un support comprenant une zéolite L, et éventuellement un liant de type silice.
- [0058] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le deuxième catalyseur utilisé dans la deuxième unité de reformage catalytique 2 comprend une phase active comprenant au moins un métal choisi parmi le nickel, le ruthénium, le rhodium, le palladium, l'iridium ou le platine, au moins un promoteur choisi parmi le rhénium, l'étain, le germanium, le cobalt, le nickel, l'iridium, le rhodium ou le ruthénium, et un support à base d'alumine, de silice-alumine ou de silice. De préférence le deuxième catalyseur comprend une phase active comprenant du platine et de l'étain.
- [0059] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le deuxième catalyseur contient une quantité de l'au moins un métal (e.g. platine) comprise entre 0,02 à 2% poids, de manière préférée entre 0,05 et 1,5% poids, de manière encore plus préférée entre 0,1 et 0,8% poids par rapport au poids total du deuxième catalyseur.
- [0060] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le support du deuxième catalyseur est à base d'alumine. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, au moins une alumine du support poreux utilisé dans le deuxième catalyseur est de type chi, eta, gamma ou delta. De manière préférée, l'au moins une alumine du support poreux est de type gamma ou delta. De manière encore plus préférée, l'au moins une alumine du support poreux est de type gamma.
- [0061] Le deuxième catalyseur peut également comprendre au moins un métal dopant choisi dans le groupe formé par le gallium, l'or, le nickel, le rhénium, le baryum, l'argent, le fer, le bismuth, l'indium, l'yttrium, les lanthanides (le cérium, le dysprosium, l'ytterbium), pris seuls ou en mélange. La teneur de chaque métal dopant est comprise par rapport au poids total du deuxième catalyseur entre 0 et 2% en poids, de préférence

de 0,01 et 1% en poids, de préférence entre de 0,01 et 0,7% en poids par rapport au poids total du deuxième catalyseur.

- [0062] Le deuxième catalyseur peut également comprendre au moins un halogène utilisé pour acidifier le support d'alumine. La teneur en halogène peut représenter entre 0,1 et 15% en poids par rapport au poids total du deuxième catalyseur, de préférence 0,2 et 5% par rapport au poids total du deuxième catalyseur. De préférence, on utilise un seul halogène, en particulier le chlore ou le fluor. Lorsque le deuxième catalyseur comprend un seul halogène qui est le chlore ou le fluor, la teneur en chlore est comprise entre 0,5 et 2% poids par rapport au poids total du deuxième catalyseur.
- [0063] Le deuxième catalyseur peut également comprendre un métal alcalin dans des proportions de l'ordre de 0,1 à 3% poids par rapport au poids total du deuxième catalyseur. De préférence, le métal alcalin est le potassium.
- [0064] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le deuxième catalyseur comprend une phase active comprenant du platine et de l'étain, un promoteur comprenant de l'étain, et un support à base d'alumine de type γ .
- [0065] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, on réalise une étape d'hydrotraitement (e.g. désulfuration) dédiée de la deuxième charge hydrocarbonée 1 et/ou du raffinat 16 avant les étapes de reformage catalytique.
- [0066] Dans l'exemple de la [Fig.2], la première colonne de séparation de reformat 11 et la deuxième colonne de séparation de reformat 33 sont des colonnes différentes, la première étant dédiée à la séparation de la première fraction liquide 10 et la deuxième étant dédiée à la séparation de la deuxième fraction liquide 32, respectivement. En référence à la [Fig.3], selon un ou plusieurs modes de réalisation, la première fraction liquide 10 et la deuxième fraction liquide 32 sont envoyées dans la première colonne de séparation de reformat 11. Dans ce ou ces modes de réalisation, la deuxième colonne de séparation de reformat 33 n'est pas présente/utilisée. Il s'ensuit que la première fraction en C8+ 13 comprend la deuxième fraction en C8+ 23, la première fraction de tête 25 comprend la deuxième fraction de tête 35 et la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 24 comprend la première fraction en C6-C8 12.
- [0067] Dans l'exemple de la [Fig.3], la première section de stabilisation 7 et la deuxième section de stabilisation 29 sont des sections différentes, la première étant dédiée à la stabilisation du premier effluent liquide d'hydrocarbures 6 et la deuxième étant dédiée à la stabilisation du deuxième effluent liquide d'hydrocarbures 28, respectivement. En référence à la [Fig.4], selon un ou plusieurs modes de réalisation, le premier effluent liquide d'hydrocarbures 6 et le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures 28 sont envoyés dans la première section de stabilisation 7. Dans ce ou ces modes de réalisation, la deuxième section de stabilisation 29 n'est pas présente/utilisée. Il s'ensuit que le premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés 8 comprend le deuxième

effluent gazeux de composés hydrocarbonés 30, le premier flux liquide 9 comprend le deuxième flux liquide 31, et la première fraction liquide 10 comprend la deuxième fraction liquide 32.

[0068] Dans l'exemple de la [Fig.4], la première section de recontactage 4 et la deuxième section de recontactage 26 sont des sections différentes, la première étant dédiée au recontactage du premier effluent de reformat 18 et la deuxième étant dédiée au recontactage du deuxième effluent de reformat 3, respectivement. En référence à la [Fig.5], selon un ou plusieurs modes de réalisation, le premier effluent de reformat 18 et le deuxième effluent de reformat 3 sont envoyés dans la première section de recontactage 4. Dans ce ou ces modes de réalisation, la deuxième section de recontactage 26 n'est pas présente/utilisée. Il s'ensuit que le premier effluent gazeux riche en hydrogène 5 comprend le deuxième effluent gazeux riche en hydrogène 27 et le premier effluent liquide d'hydrocarbures 6 comprend le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures 28.

[0069] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, les étapes de recontactage et de stabilisation (sections 4, 7, 26 et 29) du procédé comprennent les sous-étapes suivantes :

- i) on sépare le flux de reformat (par exemple le premier effluent de reformat 18) en une phase gazeuse et une phase liquide contenant des hydrocarbures ;
- ii) on refroidit la phase liquide issue de l'étape i) à une température inférieure ou égale à 45°C, préférablement inférieure à 25°C, très préférablement inférieure à 15°C, au moyen d'un dispositif de refroidissement ;
- iii) on réalise un premier recontactage de la phase liquide refroidie avec la phase gazeuse dans un moyen de séparation de manière à récupérer un effluent gazeux riche en hydrogène (par exemple le premier effluent gazeux riche en hydrogène 5) et un effluent liquide d'hydrocarbures (par exemple le premier effluent liquide d'hydrocarbures 6) ;
- iv) on réalise un second recontactage de l'effluent liquide d'hydrocarbures avec un gaz de recycle et on sépare un effluent gazeux riche en composés hydrocarbonés (par exemple le premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés 8) et un second effluent liquide d'hydrocarbures ;
- v) on fractionne le second effluent liquide d'hydrocarbures issue de l'étape iv) dans une colonne de fractionnement de manière à séparer une fraction gazeuse et une fraction liquide (par exemple la première fraction liquide 10) ;
- vi) on condense la fraction gazeuse issue de l'étape v) et on sépare un flux liquide (par exemple le premier flux liquide 9) et le gaz de recycle qui est recyclée à l'étape iv). Les détails de ces étapes de recontactage et de stabilisation sont détaillés dans le brevet FR3074175B1.

[0070] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le moyen de séparation est une colonne

de recontactage fonctionnant à contre-courant ou un ballon de séparation.

- [0071] Avantageusement, les étapes i) à vi) utilisent les frigories contenues dans les effluents gazeux ou liquide générés à l'étape de recontactage effectuée dans une colonne de recontactage (ou d'absorption) pour pré-refroidir la phase liquide d'hydrocarbures avant que cette dernière ne subisse un refroidissement qui permet d'atteindre la température désirée pour l'étape de recontactage. L'intégration thermique permet ainsi de réduire de manière notable la consommation en utilité froide et donc la consommation globale en énergie du procédé.
- [0072] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, avant l'étape ii) de refroidissement, on pré-refroidit la phase liquide issue de l'étape i) par échange thermique dans un échangeur alimenté avec l'effluent gazeux riche en hydrogène et l'effluent liquide d'hydrocarbure issus de l'étape iii).
- [0073] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, avant l'étape ii) de refroidissement, la phase liquide issue de l'étape i) subit un échange thermique dans un échangeur alimenté avec l'effluent gazeux riche en hydrogène, et la phase gazeuse issue de l'étape i) subit un échange thermique dans un échangeur alimenté avec l'effluent liquide d'hydrocarbures.
- [0074] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, avant l'étape ii) de refroidissement, la phase liquide issue de l'étape i) subit un échange thermique dans un échangeur alimenté avec l'effluent liquide d'hydrocarbures, et la phase gazeuse issue de l'étape i) subit un échange thermique dans un échangeur alimenté avec l'effluent gazeux riche en hydrogène.
- [0075] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, une partie ou la totalité l'effluent gazeux riche en composés hydrocarbonés est recyclée avant la première étape de recontactage.
- [0076] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, l'effluent gazeux riche en composés hydrocarbonés est recyclé en mélange avec la phase gazeuse issue de l'étape i).

Exemples

- [0077] Exemple 1 : Reformage classique.
- [0078] L'exemple 1 est non conforme à l'invention et correspond à un schéma de reforming classique sans valorisation du raffinat 16 de l'extraction des aromatiques.
- [0079] Par rapport à la [Fig.2], l'exemple 1 ne comprend pas les unités suivantes :
- première unité d'hydrotraitement dédiée 21 ;
 - première unité de reformage catalytique dédiée 17 ;
 - première section de recontactage 4 ;
 - première section de stabilisation 7 ;
 - première colonne de séparation de reformat 11.
- [0080] Le débit d'entrée total est de 187,2 t/h. 126 t/h sont converties en aromatiques. 54,2%

poids de la deuxième charge hydrocarbonée 1 est converti en paraxylène et 13,1% poids en benzène après traitement de l'extrait 15 et de la deuxième fraction en C8+ 23 dans un complexe aromatique pour la production de paraxylène et de benzène. Les débits d'entrée et de sortie du procédé de l'exemple 1 sont répertoriés dans la table 1 suivante.

[0081] [Tableaux1]

Reformage catalytique (non conforme)	t/h
Deuxième charge hydrocarbonée 1	187,2
Deuxième effluent gazeux riche en hydrogène 27	10,9
Deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés 30	19,5
Deuxième flux liquide 31	4,4
Deuxième fraction de tête 35	4,8
Raffinat 16 (non recyclé)	15,8
Extrait 15	57,5
Deuxième fraction en C8+ 23	74,3
Complexe aromatique (procédé aval connu de l'homme du métier)	t/h
Benzène	24,6
Paraxylène	101,4
Lourds	5,8

[0082] Exemple 2 : Séparation de la charge en entrée de reformage.

[0083] L'exemple 2 est non conforme à l'invention et correspond à un schéma de reformage avec séparation de la deuxième charge hydrocarbonée 1 pour le reformage en parallèle d'une fraction légère d'une part et d'une fraction lourde d'autre part (voir [Fig.1] de FR3074175B1).

[0084] Par rapport à la [Fig.2], l'exemple 2 ne comprend pas les unités suivantes :

- première unité d'hydrotraitement dédiée 21 ;
- première unité de reformage catalytique dédiée 17 ;
- première section de recontactage 4 ;
- première section de stabilisation 7 ;
- première colonne de séparation de reformat 11.

[0085] Par rapport à la [Fig.2], la deuxième unité d'hydrotraitement 19 et la deuxième unité de reformage catalytique 2 de l'exemple 2 sont chacune divisées en deux unités pour traiter la fraction légère d'une part et la fraction lourde d'autre part.

[0086] Le débit d'entrée total est de 187,2 t/h. 140,6 t/h sont converties en aromatiques. 56,4% poids de la charge deuxième hydrocarbonée 1 est converti en paraxylène et 18,7% poids en benzène après traitement de l'extrait 15 et de la deuxième fraction en C8+ 23 dans un complexe aromatique pour la production de paraxylène et de benzène. Les débits d'entrée et de sortie du procédé de l'exemple 2 sont répertoriés dans la table 2 suivante.

[0087] [Tableaux2]

Reformage catalytique (non conforme)	t/h
Deuxième charge hydrocarbonée 1	187,2
Deuxième effluent gazeux riche en hydrogène 27	13,4
Deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés 30	19,4
Deuxième flux liquide 31	2,6
Deuxième fraction de tête 35	4,6
Raffinat 16	0
Extrait 15	70,4
Deuxième fraction en C8+ 23	76,8
Complexe aromatique (procédé aval connu de l'homme du métier)	t/h
Benzène	35,1
Paraxylène	105,5
Lourds	6,6

[0088] Exemple 3 : Reformage dédié du raffinat.

[0089] L'exemple 3 est conforme à l'invention et correspond à un schéma décrit dans la [Fig.2].

[0090] Les 15,8 t/h de raffinat 16 non valorisés dans l'exemple 1 sont envoyés vers la première unité de reformage catalytique 17. Ceci permet de produire plus de benzène et de paraxylène de 126 t/h à 137,8 t/h soit une augmentation d'environ 10% de total aromatiques valorisés. Le rendement d'aromatiques valorisés passe de 67,3% poids à 73,6% poids. 57,8% poids de la deuxième charge hydrocarbonée 1 est convertie en paraxylène et 15,9% poids en benzène.

[0091] Par rapport à l'exemple 2, on produit légèrement moins de benzène et de paraxylène (137,8 t/h vs 140,6 t/h). En revanche, on produit avantageusement plus de paraxylène (108 t/h vs 105,5 t/h) qui est plus valorisable que le benzène. La sélectivité en paraxylène par rapport au benzène est meilleure dans l'exemple 3 par rapport à l'exemple 2 (78,4% poids vs 75,0% poids de paraxylène). Les débits d'entrée et de sortie du

procédé de l'exemple 3 sont répertoriés dans la table 3 suivante.

[0092] [Tableaux3]

Reformage catalytique (invention)	t/h
Deuxième charge hydrocarbonée 1	187,2
Premier effluent gazeux riche en hydrogène 5	0,9
Premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés 8	1,6
Premier flux liquide 9	0,3
Première fraction de tête 25	0,4
Deuxième effluent gazeux riche en hydrogène 27	10,9
Deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés 30	19,5
Deuxième flux liquide 31	4,4
Deuxième fraction de tête 35	4,8
Raffinat 16 (recyclé vers première unité d'hydrotraitement dédiée 21)	15,8
Extrait 15	68,3
Première fraction en C8+ 13	5,9
Deuxième fraction en C8+ 23	70,2
Complexe aromatique (procédé aval connu de l'homme du métier)	t/h
Benzène	29,8
Paraxylène	108,0
Lourds	6,6

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de production de composés aromatiques à partir d'une charge de composés hydrocarbonés, comprenant les étapes suivantes :

- on envoie une première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 (24) dans une unité d'extraction des aromatiques (14) pour produire un extrait (15) comprenant des composés aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone et un raffinat (16) comprenant des composés aliphatiques de 6 à 8 atomes de carbone ;
- on envoie le raffinat (16) dans une première unité de reformage catalytique dédiée (17) pour produire un premier effluent de reformat (18) ;
- on envoie le premier effluent de reformat (18) dans une première section de recontactage (4) pour séparer un premier effluent gazeux riche en hydrogène (5) et un premier effluent liquide d'hydrocarbures (6) ;
- on envoie le premier effluent liquide d'hydrocarbures (6) dans une première section de stabilisation (7) pour séparer un premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés (8) comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un premier flux liquide (9) comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une première fraction liquide (10) comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférentiellement au moins 5 atomes de carbone ;
- on envoie la première fraction liquide (10) dans une première colonne de séparation de reformat (11) pour séparer une première fraction en C6-C8 (12) comprenant des composés hydrocarbonés en C6-C8, et une première fraction en C8+ (13) comprenant des composés hydrocarbonés à au moins 8 atomes de carbone ;
- on envoie la première fraction en C6-C8 (12) au moins en partie dans l'unité d'extraction des aromatiques (14).

[Revendication 2]

Procédé selon la revendication 1, comprenant d'envoyer l'extrait (15) et la première fraction en C8+ (13) dans une unité de production d'aromatiques.

[Revendication 3]

Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel le raffinat (16) est envoyé dans une première unité d'hydrotraitement dédiée (21) pour produire un premier effluent hydrotraité (22) envoyé dans la première unité de reformage catalytique (17).

- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première fraction en C6-C8 (12) comprend des composés hydrocarbonés en C5, et/ou une première fraction de tête (25) comprenant des composés hydrocarbonés en C5 est séparée dans la première colonne de séparation de reformat (11).
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 (24) comprend au moins 50% poids, préférablement au moins 60% poids, très préférablement au moins 70% poids de composés aromatiques.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première unité de reformage catalytique (17) comprend au moins un réacteur de reformage utilisé selon au moins une des conditions opératoires suivantes :
- une température comprise entre 400°C et 600°C, de préférence entre 470°C et 570°C ;
 - une pression comprise entre 0,1 MPa et 3 MPa, de préférence entre 0,3 MPa et 2,5 MPa ;
 - un rapport molaire entre l'hydrogène et les composés hydrocarbonés compris entre 0,8 et 8 mole/mole ; et
 - un débit massique de flux traité par unité de masse de catalyseur et par heure compris entre 0,1 h⁻¹ et 10 h⁻¹, de préférence entre 0,5 h⁻¹ et 6 h⁻¹.
- catalyseur optionnel comprenant : une phase active comprenant : au moins un métal choisi parmi le platine, le zinc ou le molybdène, préférablement le platine ; un support comprenant une zéolite, préférablement une zéolite choisie parmi une zéolite L, une zéolite X, une zéolite Y, une zéolite ZSM-5 ; et optionnellement un liant choisi parmi les aluminosilicate, l'alumine, la silice, les argiles, les carbures de silicium, pris seuls ou en combinaison.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant les étapes suivantes :
- on envoie une deuxième charge hydrocarbonée (1) dans une deuxième unité de reformage catalytique (2) pour produire un deuxième effluent de reformat (3) ;
 - on envoie le deuxième effluent de reformat (3) dans une deuxième section de recontactage (26) pour produire un deuxième effluent gazeux riche en hydrogène (27) et un deuxième effluent liquide d'hydrocarbures (28) ;
 - on envoie le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures (28) dans une

deuxième section de stabilisation (29) pour séparer un deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés (30) comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un deuxième flux liquide (31) comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une deuxième fraction liquide (32) comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférablement au moins 5 atomes de carbone ;

- on envoie la deuxième fraction liquide (32) dans une deuxième colonne de séparation de reformat (33) pour séparer une deuxième fraction en C6-C8 (34) et une deuxième fraction en C8+ (23) comprenant des composés hydrocarbonés à au moins 8 atomes de carbone ;

- on envoie la deuxième fraction en C6-C8 (34) au moins en partie dans l'unité d'extraction des aromatiques (14) en tant que ladite première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 (24).

[Revendication 8] Procédé selon la revendication 7, comprenant d'envoyer la deuxième fraction en C8+ (23) au moins en partie dans un complexe aromatique.

[Revendication 9] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant les étapes suivantes :

- on envoie une deuxième charge hydrocarbonée (1) dans une deuxième unité de reformage catalytique (2) pour produire un deuxième effluent de reformat (3) ;

- on envoie le deuxième effluent de reformat (3) dans une deuxième section de recontactage (26) pour produire un deuxième effluent gazeux riche en hydrogène (27) et un deuxième effluent liquide d'hydrocarbures (28) ;

- on envoie le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures (28) dans une deuxième section de stabilisation (29) pour séparer un deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés (30) comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un deuxième flux liquide (31) comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une deuxième fraction liquide (32) comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférablement au moins 5 atomes de carbone ;

- on envoie la deuxième fraction liquide (32) dans la première colonne de séparation de reformat (11).

[Revendication 10] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant les étapes suivantes :

- on envoie une deuxième charge hydrocarbonée (1) dans une deuxième unité de reformage catalytique (2) pour produire un deuxième effluent de reformat (3) ;
- on envoie le deuxième effluent de reformat (3) dans une deuxième section de recontactage (26) pour produire un deuxième effluent gazeux riche en hydrogène (27) et un deuxième effluent liquide d'hydrocarbures (28) ;
- on envoie le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures (28) dans la première section de stabilisation (7).

[Revendication 11]

Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant les étapes suivantes :

- on envoie une deuxième charge hydrocarbonée (1) dans une deuxième unité de reformage catalytique (2) pour produire un deuxième effluent de reformat (3) ;
- on envoie le deuxième effluent de reformat (3) dans la première section de recontactage (4).

[Revendication 12]

Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, dans lequel la deuxième charge hydrocarbonée (1) est envoyée dans une deuxième unité d'hydrotraitement dédiée (19) pour produire un deuxième effluent hydrotraité (20) envoyé dans la deuxième unité de reformage catalytique (2).

[Revendication 13]

Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, dans lequel la deuxième charge hydrocarbonée (1) comprend du naphta.

[Revendication 14]

Procédé de modification d'un dispositif de production de composés aromatiques à partir d'une charge de composés hydrocarbonés,

le dispositif de production de composés aromatiques comprenant :

- une deuxième unité de reformage catalytique (2) adaptée pour traiter une deuxième charge hydrocarbonée (1) et produire un deuxième effluent de reformat (3) ;
- une deuxième section de recontactage (26) adaptée pour traiter le deuxième effluent de reformat (3) et produire un deuxième effluent gazeux riche en hydrogène (27) et un deuxième effluent liquide d'hydrocarbures (28) ;
- une deuxième section de stabilisation (29) adaptée pour traiter le deuxième effluent liquide d'hydrocarbures (28) et séparer un deuxième effluent gazeux de composés hydrocarbonés (30) comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un deuxième flux liquide (31) comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une

deuxième fraction liquide (32) comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférablement au moins 5 atomes de carbone ;

- une deuxième colonne de séparation de reformat (33) adaptée pour traiter la deuxième fraction liquide (32) et séparer une deuxième fraction en C6-C8 (34) et une deuxième fraction en C8+ (23) comprenant des composés hydrocarbonés à au moins 8 atomes de carbone ;

- une unité d'extraction des aromatiques (14) adaptée pour traiter la deuxième fraction en C6-C8 (34) et produire un extrait (15) comprenant des composés aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone et un raffinat (16) comprenant des composés aliphatiques de 6 à 8 atomes de carbone, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- on installe dans le dispositif de production de composés aromatiques une première unité de reformage catalytique dédiée (17) adaptée pour traiter le raffinat (16), produire un premier effluent de reformat (18), et envoyer le premier effluent de reformat (18) dans la deuxième section de recontactage (26) ou une première section de recontactage dédiée (4) ;

- optionnellement, on installe dans le dispositif de production de composés aromatiques une première section de recontactage dédiée (4) adaptée pour traiter le premier effluent de reformat (18), séparer un premier effluent gazeux riche en hydrogène (5) et un premier effluent liquide d'hydrocarbures (6), et envoyer le premier effluent liquide d'hydrocarbures (6) dans la deuxième section de stabilisation (29) ou une première section de stabilisation dédiée (7) ;

- optionnellement, on installe dans le dispositif de production de composés aromatiques une première section de stabilisation dédiée (7) adaptée pour traiter le premier effluent liquide d'hydrocarbures (6), séparer un premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés (8) comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un premier flux liquide (9) comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une première fraction liquide (10) comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférablement au moins 5 atomes de carbone, et envoyer la première fraction liquide (10) dans la deuxième colonne de séparation de reformat (33) ou une première colonne de séparation de reformat dédiée (11) ;

- optionnellement, on installe dans le dispositif de production de composés aromatiques une première colonne de séparation de reformat

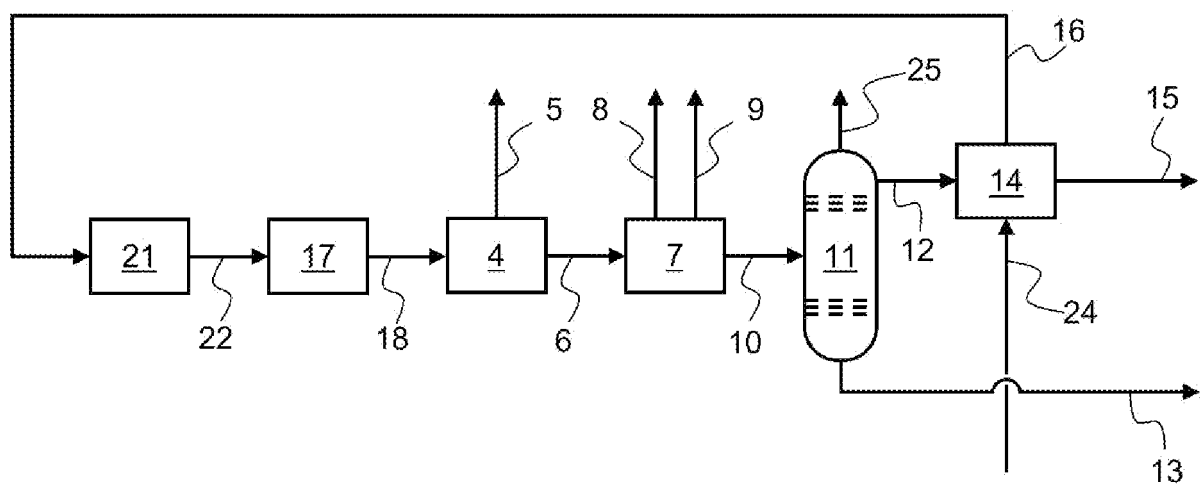
dédiée (11) adaptée pour traiter la première fraction liquide (10), séparer une première fraction en C6-C8 (12) comprenant des composés hydrocarbonés en C6-C8, et une première fraction en C8+ (13) comprenant des composés hydrocarbonés à au moins 8 atomes de carbone, et envoyer la première fraction en C6-C8 (12) au moins en partie dans l'unité d'extraction des aromatiques (14).

[Revendication 15]

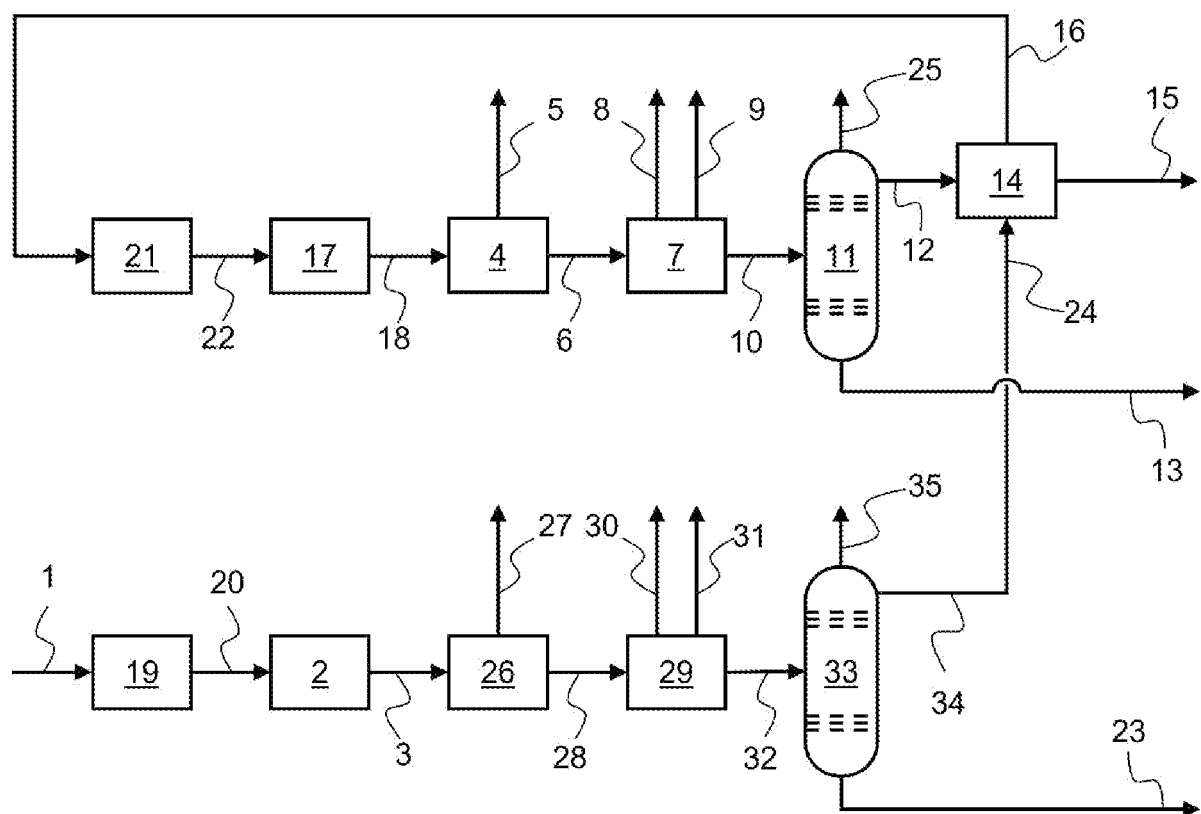
Dispositif de production de composés aromatiques à partir d'une charge de composés hydrocarbonés, comprenant les éléments suivantes :

- une unité d'extraction des aromatiques (14) adaptée pour traiter une première charge de composés hydrocarbonés en C6-C8 (24) pour produire un extrait (15) comprenant des composés aromatiques de 6 à 8 atomes de carbone et un raffinat (16) comprenant des composés aliphatiques de 6 à 8 atomes de carbone ;
- une première unité de reformage catalytique dédiée (17) adaptée pour traiter le raffinat (16) et produire un premier effluent de reformat (18) ;
- une première section de recontactage (4) adaptée pour traiter le premier effluent de reformat (18) et séparer un premier effluent gazeux riche en hydrogène (5) et un premier effluent liquide d'hydrocarbures (6) ;
- une première section de stabilisation (7) adaptée pour traiter le premier effluent liquide d'hydrocarbures (6) et séparer un premier effluent gazeux de composés hydrocarbonés (8) comprenant des composés hydrocarbonés en C1-C2, un premier flux liquide (9) comprenant des composés hydrocarbonés en C3-C4 ou C3-C5, et une première fraction liquide (10) comprenant des composés hydrocarbonés ayant au moins 4 ou 5 atomes de carbone et préférentiellement au moins 5 atomes de carbone ;
- une première colonne de séparation de reformat (11) adaptée pour traiter la première fraction liquide (10), séparer une première fraction en C6-C8 (12) comprenant des composés hydrocarbonés en C6-C8 et une première fraction en C8+ (13) comprenant des composés hydrocarbonés à au moins 8 atomes de carbone, et envoyer la première fraction en C6-C8 (12) au moins en partie dans l'unité d'extraction des aromatiques (14).

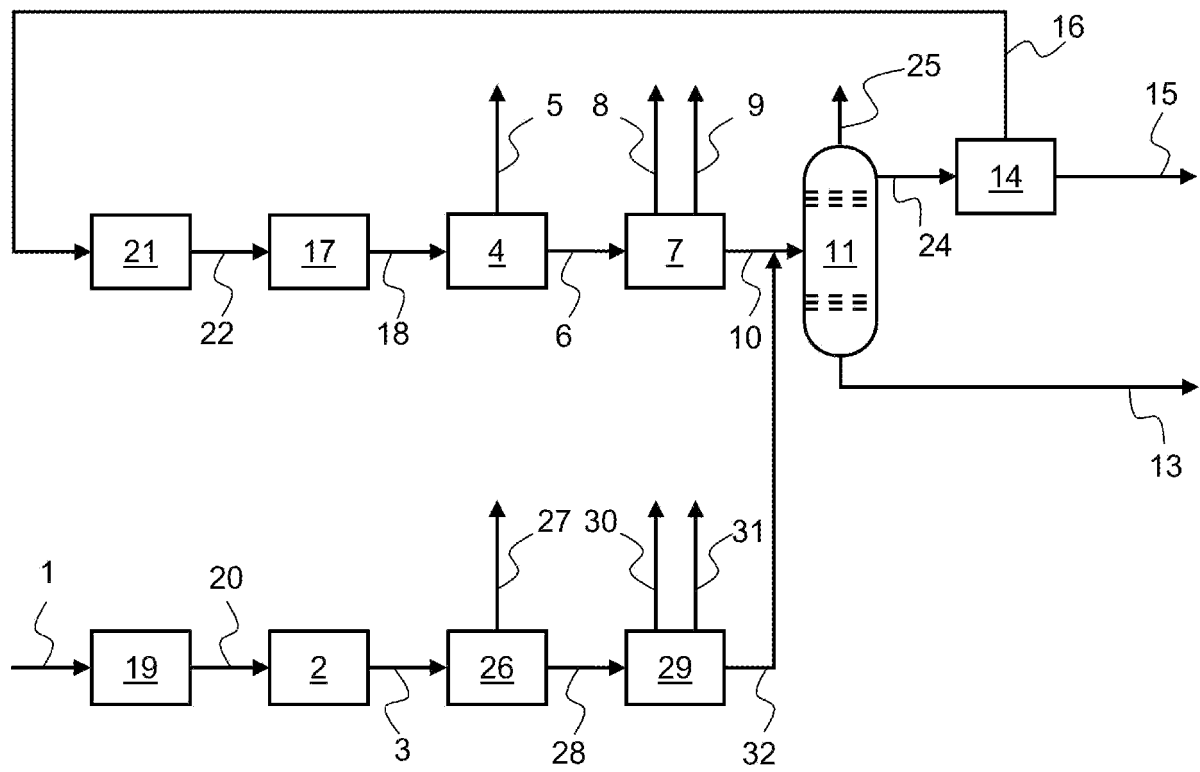
[Fig. 1]



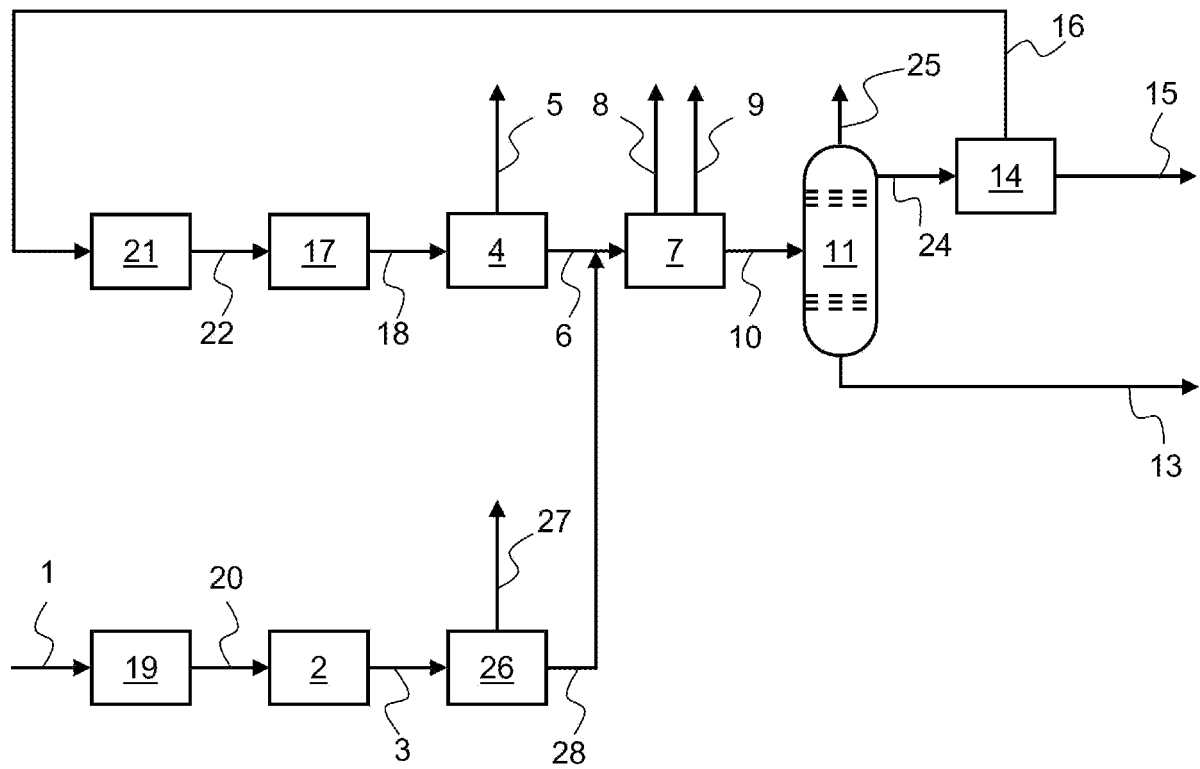
[Fig. 2]



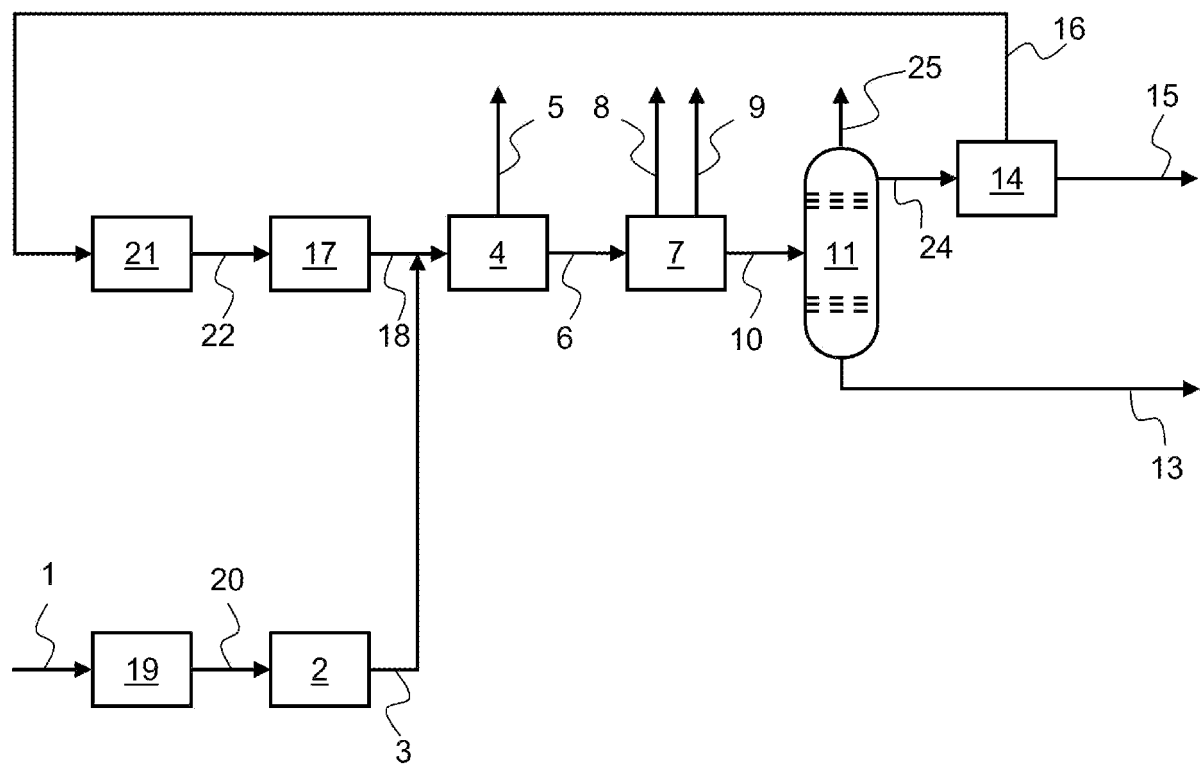
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 917985
FR 2303523

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 3 014 894 A1 (IFP ENERGIES NOUVELLES [FR]) 19 juin 2015 (2015-06-19) * figures 1, 2 * * revendication 18 * * page 12, lignes 11-23 * -----	1-15	C07C 15/02 C07C 7/10 C10G 35/085 C10G 61/04
A	WO 2012/148813 A2 (UOP LLC [US]; SERBAN MANUELA [US] ET AL.) 1 novembre 2012 (2012-11-01) * revendication 1 * -----	1-15	
A	US 10 647 932 B2 (UOP LLC [US]) 12 mai 2020 (2020-05-12) * revendications 1-13 * -----	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			C10G C07C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
23 octobre 2023		Ruiz Martínez, C	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2303523 FA 917985**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **23-10-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3014894	A1	19-06-2015	CN 104711016 A	17-06-2015
			FR 3014894 A1	19-06-2015
			KR 20150070960 A	25-06-2015
			MY 174628 A	03-05-2020
			TW 201538706 A	16-10-2015

WO 2012148813	A2	01-11-2012	BR 112013020029 A2	08-08-2017
			CN 103429712 A	04-12-2013
			RU 2540275 C1	10-02-2015
			US 2012273392 A1	01-11-2012
			US 2014187832 A1	03-07-2014
			WO 2012148813 A2	01-11-2012

US 10647932	B2	12-05-2020	CN 108368003 A	03-08-2018
			EP 3390328 A1	24-10-2018
			KR 20180093034 A	20-08-2018
			US 2018265791 A1	20-09-2018
			WO 2017105787 A1	22-06-2017
