



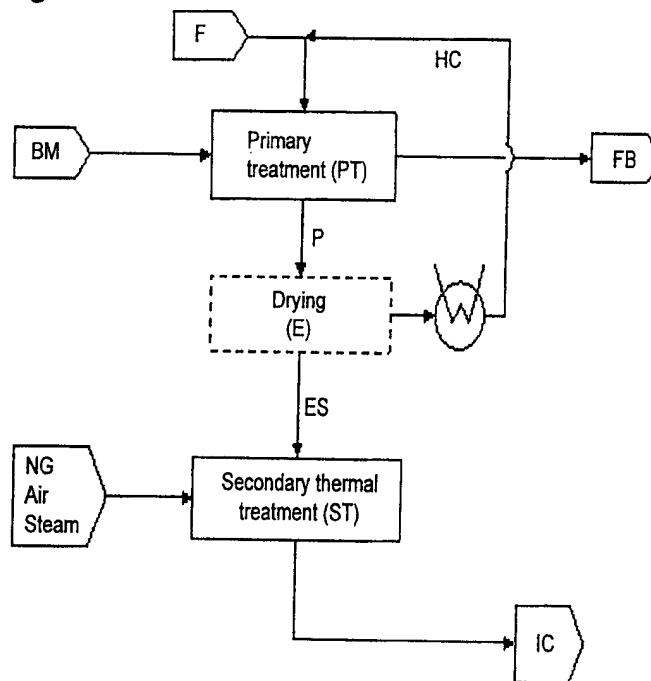
(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33425 B1**
- (51) Cl. internationale : **C10G 47/26; C10G 49/12; C10G 49/22; B01J 37/08; B01J 37/12**
- (43) Date de publication : **03.07.2012**
-
- (21) N° Dépôt : **34526**
- (22) Date de Dépôt : **09.01.2012**
- (30) Données de Priorité : **10.06.2009 IT MI2009A 001023**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2010/003345 01.06.2010**
- (71) Demandeur(s) : **ENI S.P.A., Piazzale E. Mattei 1 I-00144 Roma (IT)**
- (72) Inventeur(s) : **BARTOLINI, Andrea ; CORNARO, Ugo ; POLLESEL, Paolo ; OUDENNE, Paul, Dominique**
- (74) Mandataire : **CABINET AKSIMAN**
-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION DE MÉTAUX À PARTIR D'UN COURANT RICHE EN HYDROCARBURES ET EN RÉSIDUS CARBONÉS**
- (57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé permettant de récupérer des métaux à partir d'un courant riche en hydrocarbures et en résidus carbonés au moyen d'une section de traitement, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : envoi dudit courant vers un traitement primaire, effectué en une ou plusieurs étapes, ledit courant étant traité en présence d'un agent fluxant dans un appareil approprié, à une température variant de 80 à 180 °C, de préférence de 100 à 160 °C, et étant soumis à une séparation liquide/solide afin d'obtenir un produit clarifié composé essentiellement de liquides et d'un tourteau; soumission éventuelle du tourteau séparé à un séchage, afin d'éliminer la composante hydrocarbure ayant un point d'ébullition inférieur à une température variant de 300 à 350 °C du tourteau; envoi du tourteau, éventuellement séché, vers un traitement thermique secondaire comprenant une pyrolyse sans flamme du tourteau effectuée entre 400 et 800 °C, de préférence entre 500 et 670 °C; oxydation du résidu de pyrolyse effectuée dans un environnement oxydant et à des températures variant de 400 à 800 °C, de préférence de 500 à 700 °C.

ABREGE

La présente invention concerne un procédé permettant de récupérer des métaux à partir d'un courant riche en hydrocarbures et en résidus carbonés au moyen d'une section de traitement, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : envoi dudit courant vers un traitement primaire, effectué en une ou plusieurs étapes, ledit courant étant traité en présence d'un agent fluxant dans un appareil approprié, à une température variant de 80 à 180 °C, de préférence de 100 à 160 °C, et étant soumis à une séparation liquide/solide afin d'obtenir un produit clarifié composé essentiellement de liquides et d'un tourteau; soumission éventuelle du tourteau séparé à un séchage, afin d'éliminer la composante hydrocarbure ayant un point d'ébullition inférieur à une température variant de 300 à 350 °C du tourteau; envoi du tourteau, éventuellement séché, vers un traitement thermique secondaire comprenant une pyrolyse sans flamme du tourteau effectuée entre 400 et 800 °C, de préférence entre 500 et 670 °C; oxydation du résidu de pyrolyse effectuée dans un environnement oxydant et à des températures variant de 400 à 800 °C, de préférence de 500 à 700 °C.

Fig. 1



[Handwritten signature]

03 JUIL 2012

PROCEDE DE RECUPERATION DE METAUX A PARTIR D'UN COURANT RICHE EN
HYDROCARBURES ET EN RESIDUS CARBONES

5

La présente invention se rapporte à un procédé de récupération des métaux à partir d'un courant riche en hydrocarbures et en résidus carbonés, où les métaux peuvent être dispersés sous forme d'agrégats ayant des dimensions largement inférieures à un millimètre, comme par exemple dans les courants de rinçage issus des procédés d'hydrotraitement en phase épaisse.

10

Divers procédés pour la conversion des charges lourdes comme les bruts lourds et extra-lourds, et les résidus de distillation du pétrole brut par le moyen de l'hydrotraitement en phase épaisse, sont connus dans la littérature des brevets.

15

Certains procédés consistent en l'emploi combiné de trois unités de traitement : l'hydrotraitement avec des catalyseurs en phase épaisse de la charge lourde, la distillation ou la vaporisation instantanée du produit quittant l'hydrotraitement, le désasphaltage en présence de solvants du résidu de distillation ou du liquide quittant l'unité de vaporisation instantanée contenant le catalyseur en phase dispersée, riche en sulfures métalliques produits par démétallisation de la charge et possiblement du coke (IT-MI95A1095 ; IT-MI2001A001438 ; IT-MI2004A2446).

20

Dans le procédé décrit ci-dessus, il est généralement nécessaire d'effectuer un rinçage pour empêcher que les composés tel les sulfures des métaux présents dans la charge de départ ne s'accumulent de manière excessive dans le réacteur d'hydrotraitement. Ceci peut être réalisé suivant le procédé relatif au courant d'asphaltène quittant la section de désasphaltage ou celui relatif au résidu de distillation ou au liquide quittant l'unité de vaporisation instantanée.

30

Afin de réduire considérablement l'entité et de permettre qu'au moins une partie du catalyseur, qui est toujours active, soit recyclée, la demande de brevet IT-MI2003A000693 propose l'insertion d'une section de post-traitement secondaire du courant de rinçage.

35

Dans cette demande de brevet, le courant de rinçage est envoyé à la section de traitement avec un solvant adéquat pour la séparation du produit en fraction solide et fraction liquide dont ledit solvant peut être enlevé ultérieurement.

La section de traitement de l'effluent de rinçage, préférablement en une quantité variant entre 0.5 à 10% par volume par rapport à la charge fraîche, consiste en une étape de déshuilage avec un solvant (toluène ou huile grasse ou d'autres courants riches en composés aromatiques) et une séparation de la fraction solide de la fraction liquide.

Il est possible de se débarrasser de la fraction solide telle qu'elle est ou mieux l'envoyer pour un traitement de récupération sélective du métal ou des métaux de transition contenus dans le catalyseur de transition (par exemple Mo) par rapport à d'autres métaux présents dans le résidu de départ (par exemple Ni et V), de sorte à réaliser le recyclage éventuel du courant riche en métal de transition (Mo) dans le réacteur d'hydrotraitement.

L'étape de déshuilage consiste en le traitement du courant de rinçage, qui représente une fraction minimum du courant d'asphaltène provenant de la section de désasphaltage (SDA) dans l'usine d'hydrotraitement primaire de la charge lourde, avec un solvant qui est capable de porter la plus grande quantité possible de composés organiques à la phase liquide, laissant les sulfures métalliques, le coke et plus de résidus carbonés réfractaires (toluène-insolubles ou produits similaires) dans la phase solide.

Après que la phase de mélange entre le solvant et le courant de rinçage a été complétée, l'effluent, maintenu en remuement, est envoyé à une section de séparation des phases liquide et solide, par exemple par la décantation, la centrifugation ou la filtration.

La phase liquide peut alors être envoyée à une phase d'épuisement et de récupération du solvant. Ce dernier est recyclé à la première étape de traitement (déshuilage) du courant de rinçage ou peut être recyclé dans le réacteur d'hydrotraitement.

D'autres demandes de brevet récentes (IT-MI2007A1045, IT-MI2007A1044) relatives à l'hydroconversion des huiles lourdes décrivent les procédés qui comprennent l'envoi de l'huile lourde à l'étape d'hydrotraitement réalisée dans un réacteur d'accumulation solide adéquat avec un catalyseur d'hydrogénation en phase épaisse, dans lequel est introduit l'hydrogène. On obtient ainsi des produits de conversion en phase vapeur pendant laquelle les solides fournis et générés par les huiles lourdes et qui doivent être converties sont éliminés par rinçage.

Une autre demande de brevet récente (IT-MI2007A1198) relative à l'hydroconversion des huiles lourdes décrit un procédé qui comprend l'envoi de l'huile lourde à une zone



d'hydroconversion réalisée dans un ou plusieurs réacteurs à lit bouillonnant dans lequel est introduit l'hydrogène en présence à la fois d'un catalyseur d'hydroconversion hétérogène supporté qui est adéquat et d'un catalyseur d'hydrogénation adéquat nano-dispersé dans l'huile lourde et l'envoi du courant effluent depuis la zone d'hydroconversion à une zone de
5 séparation dans laquelle la fraction liquide séparée, contenant le catalyseur nano-dispersé, est recyclée dans des réacteurs à lit sauf quand il s'agit de rinçage.

Toujours dans ces récentes demandes, un rinçage demeure indispensable afin d'empêcher que les composés susmentionnés ne s'accumulent excessivement dans le
10 réacteur d'hydrotraitement.

Dans tous les procédés mentionnés ci-dessus, les volumes du courant de rinçage, quoique extrêmement limités comparés à d'autres technologies d'hydrotraitement, sont dans tous les cas la source de problèmes importants liés à leur utilisation ou leur élimination.
15

La découverte actuelle consiste en ce que les courants de rinçage des procédés d'hydrotraitement en phase épaisse, dont quelques uns ont été décrits ci-dessus, peuvent être traités par le moyen d'un procédé qui englobe un traitement primaire, dans lequel au moins 50% du composant d'hydrocarbure est séparé par traitement physique et rendu
20 disponible pour le recyclage dans l'unité d'hydrotraitement ou pour la valorisation énergétique et un traitement thermique secondaire ultérieur, dans lequel la fraction contenant la partie métallique est initialement soumise à une pyrolyse sans flammes suivie par l'oxydation à température régulée pour éliminer le résidu carboné, obtenant ainsi un produit final consistant essentiellement en les oxydes de sulfures /inorganiques, adéquat
25 pour une récupération sélective des composants métalliques.

Le procédé revendiqué permet aussi le traitement de charges contenant des quantités significatives de métaux, ce qui pourrait générer des composés volatiles, comme par exemple l'oxyde de molybdène (VI).
30

L'avantage stratégique consiste en la récupération et la réutilisation du principe actif du catalyseur du procédé.

De grandes quantités de métaux précieux comme par exemple le nickel et le vanadium, qui sont utilisés dans l'industrie métallurgique sont aussi récupérées.
35




Enfin, le traitement primaire permet que des quantités d'hydrocarbures soient de nouveau disponibles pour les besoins du procédé -alors que sans ce traitement, ces quantités seraient autrement éliminées-, réduisant ainsi significativement le volume de bitume devant être éliminé tout en augmentant la productivité globale du procédé d'hydrotraitement.

Le procédé, objet de la présente invention, destiné à la récupération des métaux depuis un courant riche en hydrocarbures et en résidus carbonés par le moyen d'une section de traitement se caractérise par le fait qu'il comprend les étapes suivantes :

- 10 - Envoyer ledit courant à un traitement primaire, réalisé en une ou plusieurs étapes, dans lesquelles ledit courant est traité en présence d'un agent fluxant dans un dispositif convenable, à une température variant entre 80 et 180°C, préférablement entre 100 et 160°C, puis le soumettre à une séparation liquide /solide afin d'obtenir un produit clarifié consistant essentiellement en les liquides et un tourteau ;
- 15 - Soumettre éventuellement le tourteau séparé au séchage, afin d'en éliminer le composant d'hydrocarbure ayant un point d'ébullition inférieur à une température variant entre 300 et 350°C;
- Envoyer le tourteau, séché éventuellement, à un traitement thermique secondaire comprenant :
 - 20 o Une pyrolyse sans flammes du tourteau réalisée entre 400 et 800°C, préférablement entre 500 et 670°C ;
 - o Une oxydation du résidu de la pyrolyse réalisée dans un environnement oxydant et à des températures comprises entre 400 et 800°C, préférablement entre 500 et 700°C.

25 Les courants à traiter, comme les courants de rinçage, peuvent généralement être des mélanges bitumeux consistant par exemple en :

- Les solides (soit les composants non solubles dans le tétrahydrofurane) ;
- Les espèces métalliques (généralement les sulfures de Ni, V, Fe, Mo, Cr) ;
- 30 - Les résidus carbonés ;
- Les liquides (soit les composants solubles dans le tétrahydrofurane) ;
- Les hydrocarbures (notamment avec un point d'ébullition supérieur à 170°C)
- Les asphaltènes ;
- Les espèces organiques sulfurisées ;
- 35 - Les espèces organiques nitrogénées.



L'agent fluxant dont la fonction est de :

- réduire la teneur en asphaltènes liés à la phase tourteau par le moyen d'un simple mélange ;
- réduire la viscosité du courant envoyé pour enrichissement des « solides » dans la phase tourteau ;

est préférablement sélectionné des courants disponibles dans l'usine qui présente un point d'écoulement inférieur à 150°C, par exemple VGO (Gazole Sous Vide) et LCO (Light Cycle Oil).

L'étape de traitement primaire qui est réalisée dans l'objectif de :

- réduire le poids des « liquides » associés aux « solides » par un facteur correspondant à 2 au moins,
 - maintenir au moins 80% des solides dans la phase tourteau,
- peut être réalisée en une seule étape ou à travers diverses étapes, préférablement un nombre d'étape compris entre 2 et 5.

L'avantage que présente le traitement multi-étapes est une réduction plus marquée de la teneur en asphaltènes et en hydrocarbures ayant un point d'ébullition supérieur à 300°C dans la phase tourteau et un tourteau plus facilement transportable.

Dans le cas d'une seule étape fluxant, il est préférable que ce soit dans le sens du courant à traiter.

Dans le cas de plusieurs étapes, le fluxant est préférablement à contrecourant du courant à traiter, puisque dans chaque étape, le solide séparé lors de la séparation est envoyé à l'étape de traitement ultérieure et le liquide séparé lors de la séparation est recyclé, en tant qu'agent fluxant, pendant l'étape de traitement précédente.

Ce traitement primaire est réalisé dans des appareils qui permettent la séparation par le moyen de traitements physiques basés sur différentes densités /dimensions liquides – solides, comme notamment, les filtres-presses, les centrifuges et les décanteurs centrifuges. Le décanteur centrifuge est l'appareil préféré.

Dans le cas de plusieurs étapes, les appareils peuvent être différents sachant qu'il est préférable toutefois d'adopter un décanteur centrifuge lors de la première étape.



L'étape de séchage optionnel vise à éliminer complètement de la phase tourteau la fraction d'hydrocarbure ayant un point d'ébullition inférieur à 300-350°C.

Elle est préférablement réalisée en plaçant le tourteau final sous la chaleur et dans
5 une atmosphère inerte, à des températures atteignant de préférence 350°C, plus
préférablement 280°C et à des pressions correspondant de préférence à 1 barre ou sous
vide jusqu'à 0.05 barre, et dans un fluxant possible de gaz inerte (comme le nitrogène).

Parmi les avantages de l'opération de séchage, on trouve la formation d'un produit
10 final qui peut être facilement transporté et conservé.

L'étape de traitement thermique secondaire est préférablement réalisée dans des
conditions de transport en écoulement piston ou dans des conditions proches. Les appareils
convenables pour réaliser ce traitement peuvent consister en les fours de type « Fours à
15 Soles Etagées » (MHF) ou des fours tournants équipés d'éléments internes appropriés pour
réaliser un mouvement du type écoulement piston; le type MHF étant celui préféré.

Le traitement consiste en les étapes suivantes qui peuvent être réalisées dans la
même cuve ou dans une succession de fours :

- 20 - La pyrolyse,
- L'oxydation.

L'étape de pyrolyse sans flammes permet d'éliminer les dernières traces d'hydrocarbures
de la phase tourteau alors que les asphaltènes et les produits lourds se décomposent et
25 forment un résidu carboné de plus.

Cette étape est préférablement réalisée en présence d'air, de vapeur et de gaz
naturel ou de gaz équivalent dans lequel il est préférable que l'air soit en quantité sous
stoechiométrique.

30 Durant la pyrolyse, un solide inerte (par exemple la silice, les aluminosilicates,
l'alumine ou l'alumine modifié avec la silice ou les terres rares, les oxydes de terres rares),
peut être ajouté pour faciliter le mouvement du solide dans le four et la phase d'oxydation
ultérieure ; ce solide est alors séparé du produit final (par exemple par tamis) pour être
35 finalement recyclé.

Lorsque les fours MHF sont utilisés, il est recommandé d'opérer avec la denture des bras racleurs immergés au moins partiellement dans le lit inerte, préférablement à au moins 30% par rapport à la hauteur de la dent.

5 En procédant de la sorte, la dimension du résidu de la pyrolyse est contrôlée, empêchant la croissance d'agglomérats ayant des dimensions capables de bloquer les passages internes du four.

10 L'oxydation est réalisée pour réduire le résidu carboné jusqu'à atteindre la teneur désirée (préférablement inférieure à 10% w). Pendant cette même opération, la majeure partie des sulfures métalliques est convertie en oxydes correspondants.

Entre l'étape de pyrolyse et l'étape d'oxydation, une étape de refroidissement peut être éventuellement réalisée.

15

L'étape de pyrolyse et celle de l'oxydation peuvent être effectuées dans plusieurs fours ou dans le même appareil: dans ce dernier cas, une étape d'épuisement refroidissement est préférablement réalisée aussi entre l'étape de pyrolyse et celle de l'oxydation.

20

25 L'étape d'épuisement refroidissement est effectuée pour empêcher l'entrée d'hydrocarbures provenant de la pyrolyse dans la phase de l'oxydation, empêcher l'entrée de l'oxygène provenant de l'oxydation dans la phase de la pyrolyse et réduire la température des solides à des valeurs comprises entre 450-600°C, préférablement à des valeurs comprises entre 500-630°C. L'opération est accomplie en envoyant la vapeur ou un autre gaz inerte.

30 Si une seule cuve est employée, il est préférable que l'étape dans laquelle la pyrolyse a lieu se caractérise par un nombre de bras racleurs qui soit supérieur à celui présent dans les étapes dans lesquelles l'oxydation se produit.

Dans le cas d'une succession de fours, il est préférable d'augmenter la vitesse de rotation du four de pyrolyse par rapport à celui du four d'oxydation pour obtenir un résidu de pyrolyse ayant des dimensions plus homogènes.

35

Dans le cas toujours d'une succession de fours, une étape de séparation des poudres fines (<0.5mm) des agglomérats peut être éventuellement introduite, avant



d'envoyer le produit à l'étape d'oxydation ; les produits fins ainsi récupérés peuvent être recyclés dans l'étape de pyrolyse ou dans les étapes en amont, par exemple le séchage.

5 Certains aspects de la présente invention sont maintenant présentés avec les figures ci-jointes à l'appui. Toutefois, celles-ci ne devraient pas être considérées comme étant limitatives de la portée de l'invention elle-même.

Dans la figure 1, le procédé objet de la présente invention est schématisé de manière générale.

10

Le mélange bitumeux (MB) est soumis à un traitement primaire (TP) en présence d'un agent fluxant (F), séparant ainsi un courant substantiellement liquide (FB), le bitume éliminé (à recycler dans l'unité d'hydrotraitement), et un solide (P), le tourteau, lequel est de préférence envoyé au séchage (E) avant d'être soumis à un traitement thermique secondaire (ST).

15

Les hydrocarbures ayant un point d'ébullition inférieur à 300-350°C (HC) sont récupérés par séchage et peuvent être recyclés à l'étape de traitement primaire (TP) et/ou envoyés à la torche.

20

Le tourteau, éventuellement séché (ES) est envoyé à l'étape de traitement thermique secondaire (ST) réalisée en présence d'air, de vapeur et de gaz naturel ou de gaz équivalent (NG) dont les cendres inorganiques (IC) obtenus, seront soumis à davantage de traitement.

25

Dans la figure 2, le traitement primaire accompli en une seule étape et l'étape de séchage éventuelle ultérieure sont schématisés.

Le mélange bitumeux (MB) est soumis au traitement primaire (PT) dans un équipement approprié (par exemple un décanteur centrifuge (S)), après l'avoir mélangé dans une cuve turbulente adéquate (D) avec un agent fluxant (F) dans le sens du courant par rapport au mélange bitumeux, le séparant dans le séparateur (S) en liquide (L) à savoir le produit clarifié dans lequel les petites quantités de solides peuvent être présentes, et en solide (P), à savoir le tourteau qui est envoyé à un sécheur (E) dans lequel un gaz inerte (I), par exemple le nitrogène et un moyen de chauffage (R) (vapeur, huile thermique, etc.) sont également introduits, afin d'obtenir un tourteau séché (T) et un produit évaporé (V).

35

Dans la figure 3, le traitement primaire accompli en plusieurs étapes (2 étapes) et le séchage ultérieur éventuel sont schématisés.

Le mélange bitumeux (BM) est soumis à une première étape de traitement primaire (PT1) dans un appareil approprié (par exemple un décanteur centrifuge (S1)) avec un agent fluxant (F1) en contrecourant par rapport au mélange bitumeux, le séparant dans le séparateur (S1) en liquide (L1), à savoir le produit clarifié final et en solide (P1), à savoir le tourteau intermédiaire, qui est envoyé à la seconde étape de traitement primaire (PT2) réalisée dans un autre appareil adéquat (par exemple un décanteur centrifuge (S2)), avec un agent fluxant (F2), de nouveau à contrecourant, le séparant en un liquide (L2), à savoir le produit clarifié intermédiaire, qui est recyclé et utilisé, éventuellement après l'ajout davantage d'agent fluxant frais tel l'agent fluxant (F1) à la première étape et en un solide (P2), à savoir le tourteau final qui est envoyé à un sécheur (E) dans lequel un gaz inerte (I), comme par exemple le nitrogène et un moyen de chauffage (R) (vapeur, huile thermique, etc.) sont aussi introduits afin d'obtenir un tourteau séché (T) et un produit évaporé (V).

La figure 4 schématise le traitement thermique secondaire réalisé dans une seule cuve.

Le tourteau (T), éventuellement séché, est envoyé à un appareil (A) dans lequel les phases de pyrolyse et d'oxydation sont réalisées. Un solide inerte est co-introduit dans le même appareil.

Le tourteau est soumis d'abord à la pyrolyse (X) en présence d'air sous-stœchiométrique, de gaz naturel ou de gaz équivalent (NG) et de vapeur, puis à l'épuisement refroidissement (CS) par le moyen de la vapeur, suivie par l'oxydation (Y) par le biais de l'air super-stœchiométrique, de gaz naturel ou de gaz équivalent et de vapeur.

Le produit solide qui sort de l'appareil est soumis à la séparation (SF) pour séparer les produits inertes (I) qui sont recyclés en amont de la pyrolyse, des cendres inorganiques (IC).

Les gaz qui quittent la section de la pyrolyse, le gaz de pyrolyse (GP), (H_2 , CH_4 , CO , etc.), la vapeur sortant de la section d'épuisement refroidissement (VS) et le gaz quittant la section d'oxydation (G), sont soumis à un traitement effluent (EF), par exemple à la post-combustion en plus de l'élimination de SO_x/NO_x et ce après en avoir enlevé les matières

particulaires réintroduites (Z) dans l'oxydation et/ou éventuellement recyclées (W) en amont de la pyrolyse.

5 La Figure 5 schématise le traitement thermique secondaire réalisé dans deux cuves.

Le tourteau (T), éventuellement séché est soumis à la pyrolyse dans un four de pyrolyse (X) en présence d'air sous-stœchiométrique, de gaz naturel ou de gaz équivalent (NG) et de vapeur, puis à l'oxydation (Y) dans un second four par le biais de l'air, de gaz naturel ou de gaz équivalent et de vapeur.

10

Le tourteau traité quittant le second four est soumis à la séparation (S/F) pour séparer les produits inertes (I) qui sont recyclés en amont de la pyrolyse, des cendres organiques (IC).

15

Les gaz qui quittent la section de la pyrolyse, le gaz de pyrolyse (GP), (H_2 , CH_4 , CO , etc.), et le gaz quittant la section d'oxydation (G), sont soumis à un traitement effluent (EF) (par exemple à la post combustion en plus de l'élimination de SO_x/NO_x) et ce après en avoir enlevé les matières particulaires réintroduites (Z) dans l'oxydation et/ou éventuellement recyclées (W) en amont de la pyrolyse.



Revendications :

1. Un procédé pour la récupération des métaux d'un courant riche en hydrocarbures et en résidus carbonés par le moyen d'une section de traitement, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes suivantes :
- 5
- envoyer ledit courant à un traitement primaire réalisé en une ou plusieurs étapes, où ledit courant est traité en présence d'un agent fluxant dans un appareil approprié, à une température comprise entre 80 et 180°C, préférablement entre 100 et 160°C, et soumis à une séparation liquide /solide afin d'obtenir un produit clarifié consistant essentiellement en des liquides et un tourteau ;
- 10
- soumettre éventuellement le tourteau séparé au séchage, pour éliminer l'hydrocarbure ayant un point d'ébullition inférieur à une température variant entre 300 et 350°C du tourteau ;
 - envoyer le tourteau, éventuellement séché, à un traitement thermique secondaire comprenant :
- 15
- une pyrolyse sans flammes du tourteau réalisée entre 400 et 800°C ;
 - une oxydation du résidu de la pyrolyse réalisée dans un environnement oxydant et à des températures variant entre 400 et 800°C, préférablement entre 500 et 700°C.
2. Le procédé selon la revendication 1, où l'agent fluxant est sélectionné de VGO et LCO.
- 20
3. Le procédé selon la revendication 1, où le traitement primaire est effectué à une température comprise 100 et 160°C.
4. Le procédé selon la revendication 1, où le traitement primaire est effectué en une seule étape pendant laquelle l'agent fluxant est dans le sens du courant par rapport au courant à traiter.
- 25
5. Le procédé selon la revendication 1, où le traitement primaire est effectué en deux ou plusieurs étapes pendant lesquelles l'agent fluxant est à contre-courant du courant à traiter ; Le solide séparé durant la séparation étant, à chaque étape, envoyé à l'étape de traitement ultérieure et le liquide séparé pendant la séparation étant recyclé, comme agent fluxant à l'étape de traitement précédente.

6. Le procédé selon la revendication 1, où l'équipement approprié pour l'étape ou l'une des étapes du traitement primaire est choisi parmi les filtres-presses, les centrifuges et les décanteurs centrifuges.
7. Le procédé selon la revendication 1, où la seule étape ou la première étape du traitement primaire est effectuée dans un décanteur centrifuge.
8. Le procédé selon la revendication 6, où il existe entre 2 et 5 étapes de traitement primaire.
9. Le procédé selon la revendication 1, où la pyrolyse est réalisée à une température comprise entre 500 et 670°C.
10. Le procédé selon la revendication 1, où la pyrolyse est réalisée en présence d'air, de vapeur, de gaz naturel ou de gaz équivalent ; l'air étant en quantité sous stœchiométrique.
11. Le procédé selon la revendication 1, où l'oxydation est réalisée à une température variant entre 500 et 700°C.
12. Le procédé selon la revendication 1, où l'oxydation est réalisée en présence d'air, de vapeur, de gaz naturel ou de gaz équivalent.
13. Le procédé selon la revendication 1, où l'étape de la pyrolyse et celle de l'oxydation sont réalisées dans le même appareil.
14. Le procédé selon la revendication 2, où entre l'étape de la pyrolyse et celle de l'oxydation, une étape d'épuisement refroidissement est aussi réalisée.
15. Le procédé selon la revendication 14, où l'épuisement refroidissement est réalisé par le biais de la vapeur.
16. Le procédé selon la revendication 1, où entre l'étape de la pyrolyse et celle de l'oxydation, une étape de refroidissement est réalisée.
17. Le procédé selon la revendication 1, où le séchage est effectué en bougeant le tourteau sous la chaleur dans une atmosphère inerte, à des températures atteignant 350°C et à des pressions de 1 barre ou sous vide jusqu'à 0.05 barre.
18. Le procédé selon la revendication 17, où le séchage est aussi réalisé par le biais d'un agent fluxant avec un gaz inerte.

19. Le procédé selon la revendication 14, où le nombre de bras racleurs des étapes pendant lesquelles la pyrolyse a lieu est supérieur au nombre de bras racleurs des étapes durant lesquelles l'oxydation a lieu.

20. Le procédé selon la revendication 1, où dans le cas d'une succession de fours, la vitesse de rotation des fours de la pyrolyse est supérieure à la vitesse de rotation du four d'oxydation.

21. Le procédé selon la revendication 1, où l'étape de traitement thermique secondaire est réalisée dans un ou plusieurs fours du type MHF, fonctionnant avec la denture des bras racleurs, immergés au moins partiellement dans le lit inerte.

10



15

20

MA 33425B1

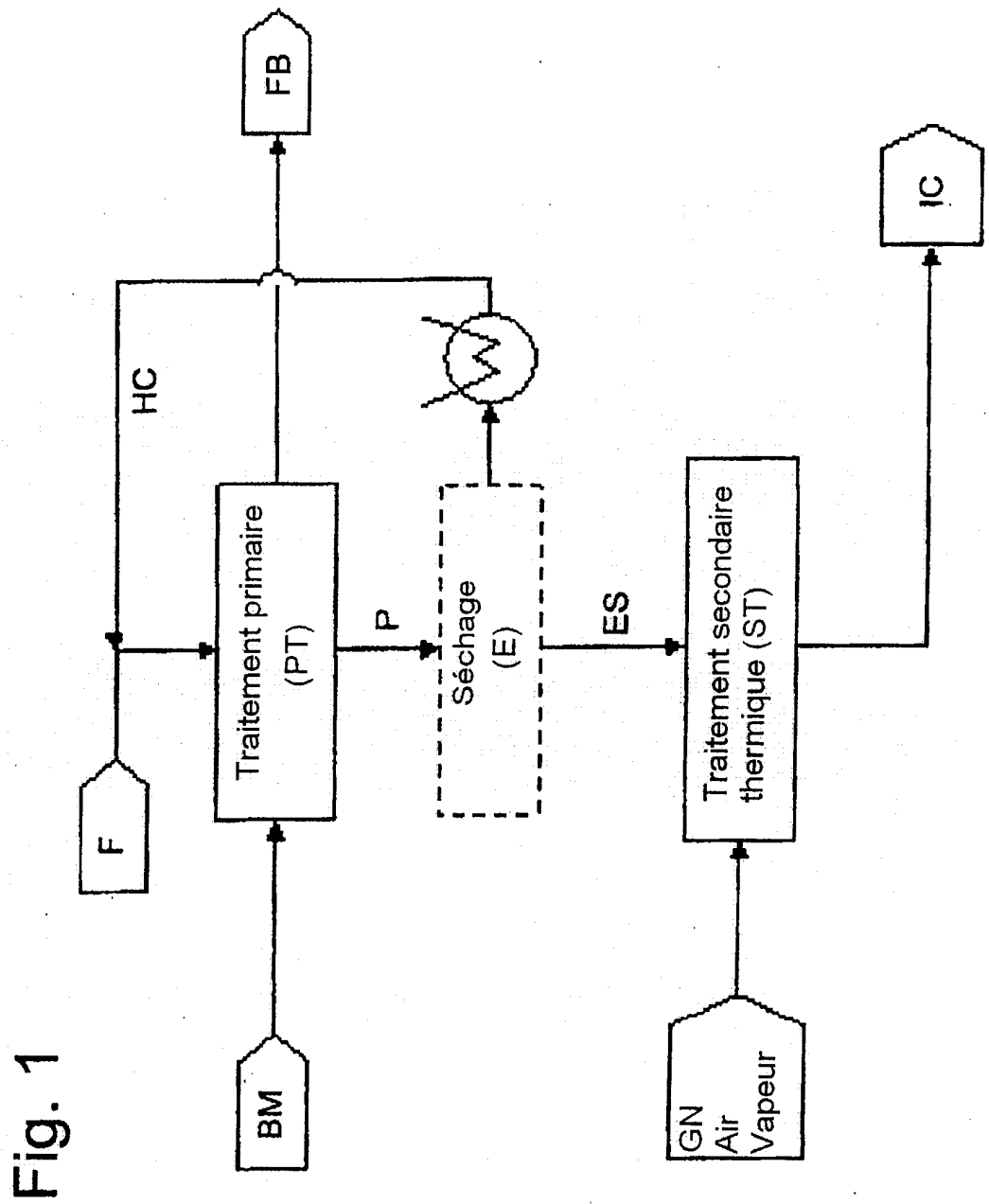


Fig. 1

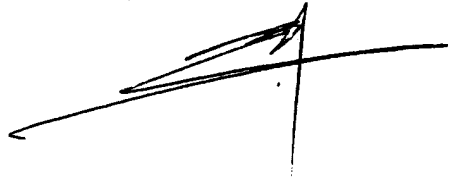


Fig. 2

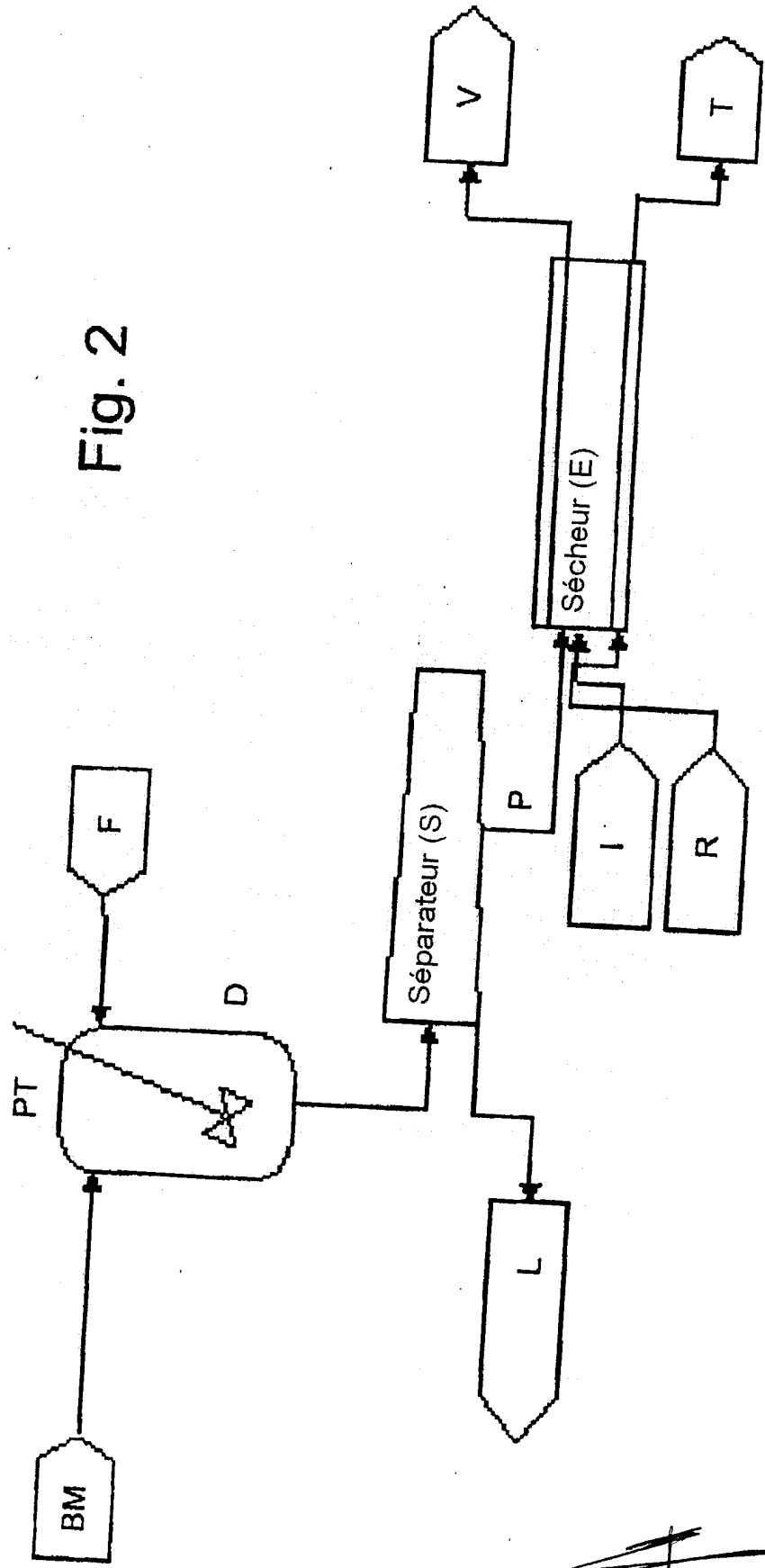
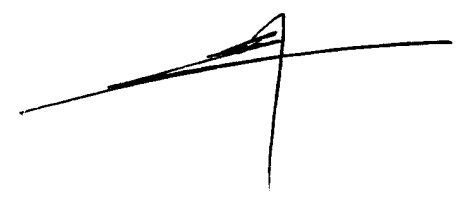
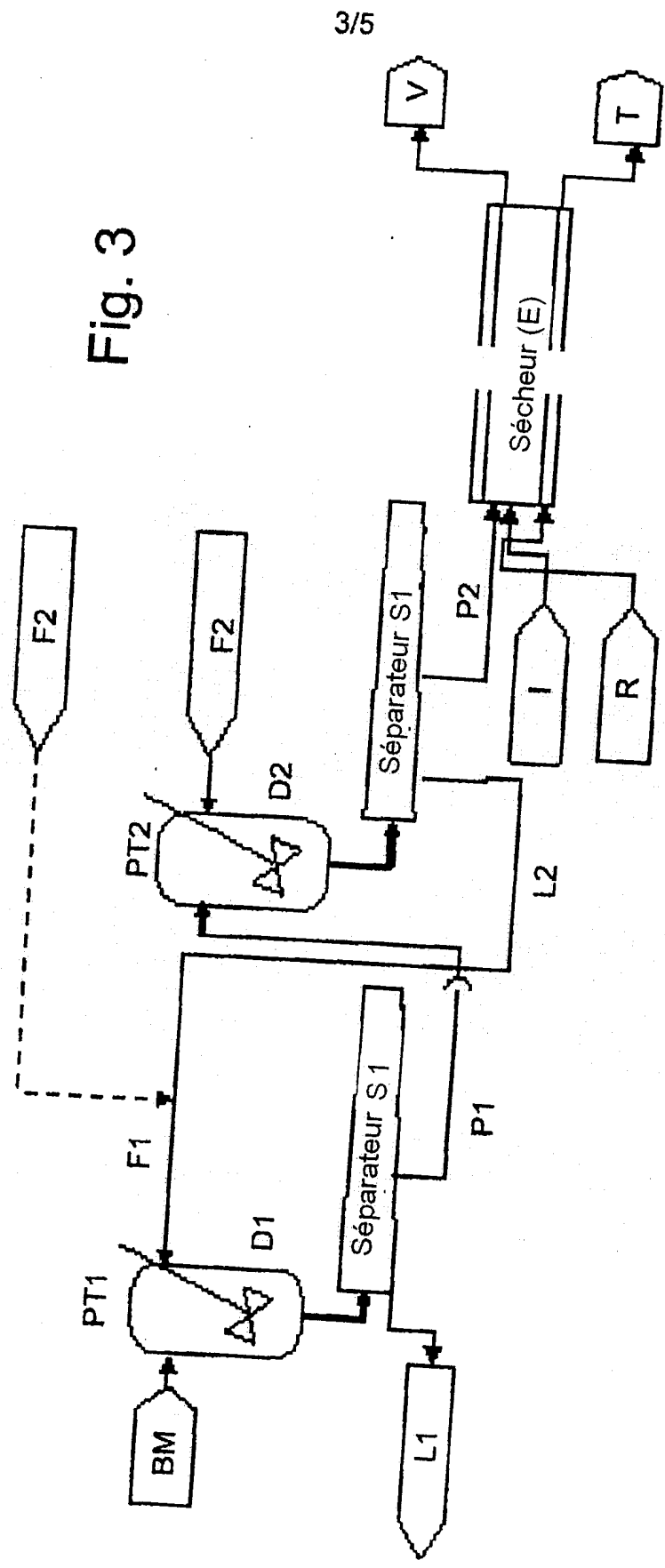


Fig. 3



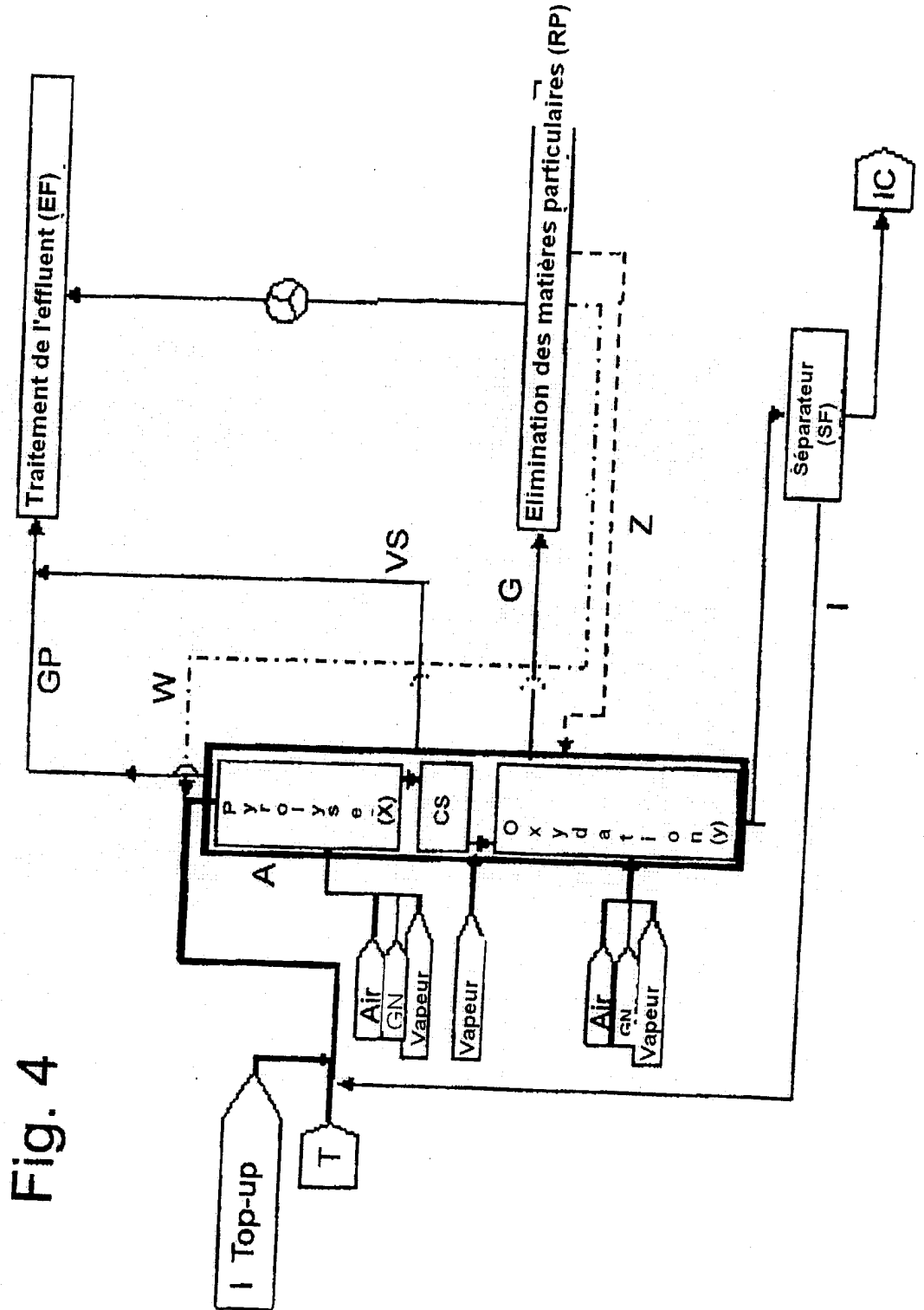


Fig. 4