



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 369 468 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**10.12.2003 Bulletin 2003/50**

(51) Int Cl.7: **C10G 67/06**

(21) Numéro de dépôt: **03291317.0**

(22) Date de dépôt: **02.06.2003**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK**

(30) Priorité: **07.06.2002 FR 0207054**

(71) Demandeur: **Institut Français du Pétrole  
92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Marchal-George, Nathalie  
69230 St Genis Laval (FR)**  
• **Picard, Florent  
69360 St Symphorien d'Ozon (FR)**  
• **Uzio, Denis  
78160 Marly le Roi (FR)**  
• **Debuissechert, Quentin  
92500 Rueil Malmaison (FR)**  
• **Nocca, Jean Luc  
Houston, Texas 77077 (US)**

(54) **Procédé de production d'hydrocarbures à faible teneur en soufre et en azote**

(57) Procédé de désulfuration d'une charge essence comprenant au moins 150 ppm poids de composés soufrés par un catalyseur d'hydrodésulfuration, ledit procédé étant caractérisé en ce que ladite charge est soumise à un traitement préalable de déazotation dans

des conditions telles que le taux de composés azotés présent au sein de ladite charge au moment de la mise en contact avec ledit catalyseur d'hydrodésulfuration n'excède pas 150 ppm poids.

**EP 1 369 468 A1**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un procédé de production d'hydrocarbures à faible teneur en soufre. Cette fraction d'hydrocarbures contient une fraction d'oléfines généralement supérieure à 5 % poids et le plus souvent supérieure à 10 % poids, une teneur en soufre supérieure à 100 ppm poids et une teneur en azote supérieure à 20 ppm poids. Le procédé permet notamment de valoriser la totalité d'une coupe essence contenant du soufre en réduisant les teneurs en soufre de ladite coupe essence à des niveaux très faibles, sans diminution du rendement en essence, et en minimisant la diminution de l'indice d'octane au cours dudit procédé. L'invention trouve particulièrement son application lorsque l'essence à traiter est une essence de craquage contenant une teneur en soufre supérieure à 300 ppm poids ou même supérieure à 500 ppm, et une teneur en azote en générale supérieure à 50 ppm poids, voire supérieure à 100 ppm poids et de préférence supérieure à 150 ppm poids, voire 200 ppm poids ou même plus.

**[0002]** Les futures spécifications sur les carburants automobiles prévoient une forte diminution de la teneur en soufre dans ces carburants, et notamment sur les essences. Cette diminution est destinée à limiter, notamment la teneur en oxyde de soufre et d'azote dans les gaz d'échappement d'automobiles. Les spécifications à l'heure actuelle sur les teneurs en soufre sont de l'ordre de 150 ppm poids et diminueront dans les années à venir pour atteindre des teneurs inférieures à 10 ppm après une transition à 30 ppm poids. L'évolution des spécifications de teneur en soufre dans les carburants nécessite ainsi la mise au point de nouveaux procédés de désulfuration profonde des essences.

**[0003]** Les sources principales de soufre dans les bases pour essences sont les essences dites de craquage, et principalement, la fraction d'essence issue d'un procédé de craquage catalytique d'un résidu de la distillation atmosphérique ou sous vide d'un pétrole brut. La fraction d'essence issue du craquage catalytique, qui représente en moyenne 40 % des bases essence, contribue en effet pour plus de 90 % à l'apport de soufre dans les essences. Par conséquent, la production d'essences peu soufrées nécessite une étape de désulfuration des essences de craquage catalytique. Cette désulfuration est classiquement réalisée par une ou plusieurs étapes de mise en contact des composés soufrés contenus dans lesdites essences avec un gaz riche en hydrogène dans un procédé dit d'hydrodésulfuration.

**[0004]** Par ailleurs, l'indice d'octane de telles essences est très fortement lié à leur teneur en oléfines. La préservation de l'indice d'octane de ces essences nécessite donc de limiter les réactions de transformation des oléfines en paraffines qui sont inhérentes aux procédés d'hydrodésulfuration.

**[0005]** Lorsque l'essence est désulfurée de façon conventionnelle, les réactions de saturation des oléfines qui se produisent parallèlement aux réactions de transformation des composés soufrés en  $H_2S$  conduisent à une forte perte en octane. Dans un contexte de restriction des normes en soufre dans les essences, de tels procédés conduisent à des pertes en octane rédhibitoires. De nombreuses solutions ont été proposées pour éliminer sélectivement les composés soufrés dans les essences en limitant les réactions indésirables d'hydrogénation des oléfines, évaluées généralement par l'homme du métier sous la forme d'un taux de saturation des oléfines en sortie de réacteur. Toutefois, l'impact des composés azotés sur l'activité et/ou la sélectivité des catalyseurs d'hydrodésulfuration des essences est très peu connue.

**[0006]** On sait par contre, dans le cas de l'hydrotraitement des distillats moyens (gazole et kérosène), que la présence de composés azotés inhibe les réactions d'hydrodésulfuration. Par exemple, il a été proposé un procédé de production de distillats moyens à faible teneur en soufre, comprenant une étape d'élimination de l'azote basique avant l'étape d'hydrotraitement (Proc. Int. Conf. Stab. Handl. Liq. Fuels, 7th, meeting date 2000, Vol. 1, 153-163). Cette étape d'élimination de l'azote basique est dite nécessaire à l'obtention de forts taux de désulfuration. Toutefois, les problèmes techniques posés par l'hydrodésulfuration des essences apparaissent différents de ceux posés par l'hydrodésulfuration des distillats moyens notamment en raison des difficultés inhérentes à la présence de composés insaturés dans les essences et du problème spécifique de la perte d'octane précédemment décrit.

**[0007]** Ainsi dans le cas particulier des essences, le brevet US 6,120,679 enseigne à contrario une méthode de préparation des catalyseurs d'hydrodésulfuration basée sur une étape de pré-traitement des catalyseurs par un composé azoté (pyridine).

**[0008]** Les travaux effectués par le demandeur et objet de la présente demande ont aboutis à démontrer que la présence d'azote en quantité sensible, c'est à dire à des taux supérieurs à ceux précédemment décrits, avaient un effet non négligeable sur l'activité du catalyseur d'hydrodésulfuration des essences et qu'en particulier la présence au delà d'un certain seuil de composés azotés basiques tels que par exemple la pyridine avait pour conséquence la dégradation non seulement de l'activité et mais aussi de la sélectivité des catalyseurs d'hydrodésulfuration. En particulier, il a été trouvé par le demandeur que l'élimination dans certaines proportions de ces composés azotés avait un effet très sensible sur la décomposition des composés soufrés par le catalyseur, mais un effet relativement limité sur l'hydrogénation des composés insaturés. Selon un mode possible d'application de la présente invention, pour un même taux de saturation des oléfines en sortie de réacteur et pour une même température de fonctionnement du réacteur d'hydrodésulfuration, il sera ainsi possible d'augmenter l'activité du catalyseur grâce à une diminution préalable des composés azotés présents dans les essences. Selon un autre mode d'application de la présente invention, l'élimination des composés azotés basiques avant hydrodésulfuration permettra de limiter le taux de saturation des oléfines pour

une teneur fixée en soufre en sortie de réacteur. La présente invention trouve ainsi particulièrement son application dans le traitement de coupes essences présentant un fort taux de composés azotés.

**[0009]** De manière générale la présente invention se rapporte à un procédé permettant à la fois :

- 5 - d'atteindre les spécifications futures sur les essences pour automobile, c'est à dire des teneurs en soufre de l'ordre de 50 ppm voire moins de 10 ppm selon les pays,
- de limiter la teneur en azote dans les essences,
- 10 - de contrôler les processus d'hydrogénation des oléfines au cours dudit procédé,
- de limiter par suite la perte d'indice octane liée aux procédés d'hydrodésulfuration,
- de maximiser la durée de vie des catalyseurs d'hydrodésulfuration en mettant en oeuvre les réacteurs d'hydrodésulfuration à plus basse température.
- 15

**[0010]** En résumé, le présent procédé de désulfuration propose une solution pour atteindre de forts taux de désulfuration, tout en limitant la perte en octane par hydrogénation des oléfines. Il en résulte la production d'une essence pauvre en soufre et de fort indice d'octane.

20 **[0011]** La présente invention est un procédé de désulfuration d'une charge essence comprenant au moins 150 ppm poids de composés soufrés par un catalyseur d'hydrodésulfuration, ledit procédé étant caractérisé en ce que ladite charge est soumise à un traitement préalable de déazotation dans des conditions telles que le taux de composés azotés présent au sein de ladite charge au moment de la mise en contact avec ledit catalyseur d'hydrodésulfuration n'excède pas 150 ppm poids.

25 **[0012]** Selon un mode possible de réalisation de l'invention, le traitement de déazotation est effectué immédiatement avant ladite mise en contact (hydrodésulfuration).

**[0013]** Ainsi selon un premier mode de réalisation, par exemple lorsque ledit traitement est effectué immédiatement avant ladite mise en contact (étape e et éventuellement f), au moins une étape choisie dans le groupe constitué par :

- 30 a) l'hydrogénation sélective des diènes contenus dans la charge,
- b) la transformation des composés soufrés légers contenus dans la charge,
- c) la séparation de ladite charge en au moins deux fractions dont:
- 35 - une fraction légère contenant une mineure partie des composés soufrés,
- une fraction lourde contenant la majeure partie des composés soufrés,
- 40 est effectuée avant ledit traitement de déazotation (étape d).

**[0014]** Avantagusement, ladite mise en contact (étape e et éventuellement f) est alors effectuée au moins et/ou préférentiellement avec la fraction lourde issue de l'étape c).

Selon un mode de réalisation alternatif, au moins une étape choisie dans le groupe constitué par:

- 45 a) l'hydrogénation sélective des diènes contenus dans la charge,
- b) la transformation des composés soufrés légers contenus dans la charge,
- 50 c) la séparation de ladite charge en au moins deux fractions dont:
- une fraction légère contenant une mineure partie des composés soufrés,
- une fraction lourde contenant la majeure partie des composés soufrés,
- 55 est effectuée entre ledit traitement de déazotation (étape d) et ladite mise en contact (étape e et éventuellement f).

**[0015]** Avantagusement, ladite mise en contact (hydrodésulfuration) est alors effectuée au moins et/ou préféren-

tiellement avec la fraction lourde issue de l'étape c).

**[0016]** D'une manière préférée, ladite mise en contact est par exemple effectuée en au moins deux étapes e) et f), quel que soit le mode de réalisation envisagé.

**[0017]** En général, ledit catalyseur d'hydrodésulfuration comprend au moins un élément du groupe VIII de la classification périodique et avantageusement, ledit catalyseur d'hydrodésulfuration comprend au moins un élément du groupe VIB de la classification périodique.

**[0018]** Préférentiellement, ledit élément du groupe VIII de la classification est choisi dans le groupe constitué par le Nickel et le Cobalt et au moins au moins un élément du groupe VIB de la classification choisi dans le groupe constitué par le Molybdène et le Tungstène.

**[0019]** Les conditions de ladite mise en contact sont généralement les suivantes : une température comprise entre 200°C et 450°C, une pression comprise entre 1 et 3 MPa, une vitesse spatiale horaire liquide comprise entre 1h<sup>-1</sup> et 10h<sup>-1</sup> et un rapport H<sub>2</sub>/HC (rapport hydrogène sur hydrocarbures exprimé en litres par litre) compris entre 50 l/l et 500 l/l.

**[0020]** Le présent procédé peut avantageusement être appliqué à des essences issues du craquage catalytique ou de la cokéfaction d'une charge lourde hydrocarbonée ou d'un vapocraquage.

**[0021]** L'invention sera mieux comprise à la lecture du mode de réalisation suivant, donnée à titre purement illustratif et non limitatif de l'invention :

**[0022]** Selon un mode de réalisation préféré mais non obligatoire de l'invention, la charge à désulfurer est prétraitée de manière facultative dans un enchaînement de réacteurs d'hydrogénation sélective des dioléfinés (étape a) et d'alourdissement des composés soufrés légers (étape b). La charge ainsi éventuellement prétraitée est ensuite distillée et fractionnée en au moins deux coupes (étape c) : une essence légère pauvre en soufre et riche en oléfines et une essence lourde riche en soufre et appauvrie en oléfines. La fraction légère issue des trois étapes précédentes contient généralement moins de 100 ppm de soufre, de façon préférée, moins de 50 ppm de soufre, et de façon très préférée, moins de 20 ppm de soufre, et ne nécessite en général pas de traitement ultérieur avant son incorporation comme base essence. La fraction lourde issue des trois étapes précédentes qui concentre la majeure partie du soufre est traitée selon le procédé objet de la présente invention. Ce mode de réalisation préféré présente l'avantage de minimiser encore la perte en octane car les oléfines légères à 5 atomes de carbone, facilement hydrogénées, ne sont pas envoyées vers la section d'hydrodésulfuration.

**[0023]** L'étape a) est optionnelle et est principalement destinée à éliminer les dioléfinés présentes dans l'essence. Cette étape permet notamment, de maximiser la durée de vie des catalyseurs utilisés dans les étapes situées en aval. Les étapes b) et c) sont également optionnelles, mais elles permettent, si elle sont effectuées avant l'étape e), de minimiser la perte en octane sur l'ensemble du procédé.

**[0024]** L'étape d) de déazotation est effectuée avant la mise en contact avec le catalyseur d'hydrodésulfuration (étapes e et/ou f) ou avant au moins une des étapes a), b), et/ou c), afin que le taux en composés azotés n'excède pas 150 ppm (exprimé en poids), de préférence 125 ppm, de manière plus préférée 100 ppm.

**[0025]** Le procédé selon l'invention comprend au moins les deux étapes d) et e). L'étape d) correspond à une étape d'élimination au moins partielle de l'azote contenu dans les essences, l'étape e) correspond à une étape d'hydrotraitement de l'essence ainsi pré-traitée.

**[0026]** En général les conditions expérimentales de ces étapes a) à f) de prétraitement, de déazotation ou d'hydrodésulfuration sont les suivantes :

#### 1°) Hydrogénation sélective (étape a) :

**[0027]** Cette étape optionnelle de pré-traitement de l'essence à désulfurer est destinée à éliminer au moins partiellement les dioléfinés présentes dans l'essence. L'hydrogénation des diènes est une étape facultative mais avantageuse, qui permet d'éliminer la grande majorité des diènes présents dans la coupe à traiter avant l'hydrotraitement. Les dioléfinés sont des précurseurs de gommages qui polymérisent dans les réacteurs d'hydrotraitement et en limitent leur durée de vie.

**[0028]** Cette étape se déroule généralement en présence d'un catalyseur comprenant au moins un métal du groupe VIII, de préférence choisi dans le groupe formé par le platine, le palladium et le nickel, et un support. On emploiera par exemple un catalyseur contenant 1 à 20 % en poids de nickel déposé sur un support inerte, tel que par exemple de l'alumine, de la silice, de la silice-alumine, un aluminat de nickel ou un support contenant au moins 50 % d'alumine. Ce catalyseur opère sous une pression de 0,4 à 5 MPa, à une température de 50 à 250 °C, avec une vitesse spatiale horaire du liquide de 1 h<sup>-1</sup> à 10 h<sup>-1</sup>. Un autre métal du groupe VIB peut être associé pour former un catalyseur bimétallique, tel que par exemple le molybdène ou le tungstène. Ce métal du groupe VIB, s'il est associé au métal du groupe VIII sera déposé à hauteur de 1 % poids à 20 % poids sur le support.

**[0029]** Le choix des conditions opératoires est particulièrement important. On opérera le plus généralement sous pression en présence d'une quantité d'hydrogène en faible excès par rapport à la valeur stoechiométrique nécessaire pour hydrogéner les dioléfinés. L'hydrogène et la charge à traiter sont injectés en courants ascendants ou descendants

dans un réacteur de préférence à lit fixe de catalyseur. La température est comprise le plus généralement entre 50 et 300 °C, et de préférence entre 80 et 250 °C, et de préférence entre 120 et 210 °C.

[0030] La pression est le plus généralement de 0,4 à 5 MPa et de préférence supérieure à 1 MPa. Une pression avantageuse se situe entre 1 à 4 MPa, bornes incluses.

[0031] La vitesse spatiale est, dans ces conditions de l'ordre de 1 à 12 h<sup>-1</sup>, de préférence de l'ordre de 4 à 10 h<sup>-1</sup>.

[0032] La fraction légère de la coupe essence de craquage catalytique peut contenir jusqu'à quelques % poids de dioléfin. Après hydrogénation, la teneur en dioléfin est réduite à moins de 3000 ppm, voire moins de 2500 ppm et mieux moins de 1500 ppm. Dans certains cas, il peut être obtenu moins de 500 ppm. La teneur en diènes après hydrogénation sélective peut même être réduite à moins de 250 ppm.

[0033] De manière concomitante à la réaction d'hydrogénation sélective des dioléfin, se produit une isomérisation de la double liaison des oléfin externes conduisant à la formation d'oléfin internes. Cette isomérisation a pour conséquence de former des oléfin plus réfractaires à la saturation par l'hydrogène et à un léger gain du nombre d'octane (ou une compensation du nombre d'octane dû à la faible perte en oléfin). Ceci est dû au fait que les oléfin internes ont un indice d'octane généralement supérieur à celui des oléfin terminales.

[0034] Selon une réalisation de l'invention, l'étape d'hydrogénation des diènes se déroule dans un réacteur catalytique d'hydrogénation qui comprend une zone réactionnelle catalytique traversée préférentiellement par la totalité de la charge et par la quantité d'hydrogène nécessaire pour effectuer les réactions désirées.

[0035] Certains composés azotés sont également transformés au cours de cette étape. C'est le cas, par exemple des nitriles peu basiques qui, par hydrogénation, sont transformés en aminés qui présentent une basicité plus forte.

## 2°) Transformation des composés soufrés légers (étape b) :

[0036] Cette étape optionnelle consiste à transformer les composés légers du soufre saturés c'est-à-dire les composés dont la température d'ébullition est inférieure à celle du thiophène en des composés soufrés saturés dont la température d'ébullition est supérieure à celle du thiophène. Ces composés soufrés légers sont typiquement les mercaptans de 1 à 5 atomes de carbone, le CS<sub>2</sub> et les sulfures comprenant de 2 à 4 atomes de carbone. Cette transformation s'effectue préférentiellement sur un catalyseur comprenant au moins un élément du groupe VIII (groupes 8, 9 et 10 de la nouvelle classification périodique) sur un support de type alumine, silice ou silice alumine ou aluminat de nickel. Le choix du catalyseur est réalisé notamment de façon à promouvoir la réaction entre les mercaptans légers et les oléfin, qui conduit à des mercaptans ou sulfures de températures d'ébullition supérieures au thiophène.

[0037] Cette étape optionnelle peut être éventuellement réalisée en même temps que l'étape a), dans le même lit réactionnel et par un même catalyseur. Par exemple, il peut être particulièrement avantageux d'opérer, lors de l'hydrogénation des dioléfin, dans des conditions telles qu'au moins une partie des composés sous forme de mercaptans soient transformés.

[0038] Dans ce cas les températures sont généralement comprises entre 100 et 300°C et de préférence entre 150 et 250°C. Le rapport H<sub>2</sub>/charge est ajusté entre 1 et 20 litres par litres, de préférence entre 3 et 15 litres par litres. La vitesse spatiale est généralement comprise entre 1 et 10 h<sup>-1</sup>, de préférence entre 2 et 6 h<sup>-1</sup> et la pression comprise entre 0,5 et 5 MPa, de préférence entre 1 et 3 MPa.

[0039] Les composés azotés présents dans l'essence sont également en partie alourdis au cours de cette étape. En effet, il a été trouvé par les inventeurs que les composés azotés présents dans la fraction PI (point initial)-60°C étaient transformés en composés azotés plus lourds de température d'ébullition supérieur à 60°C. L'étape b) rend donc possible une séparation d'une partie des composés azotés de la fraction PI-60°C.

## 3°) séparation de l'essence en au moins deux fractions (étape c):

[0040] Cette étape optionnelle, effectuée après les étapes a) et b), permet de produire une essence légère désulfurée, contenant en général moins de 5 ppm de mercaptans. Au cours de cette étape, l'essence est fractionnée en au moins deux fractions :

- une fraction légère contenant une teneur en soufre résiduelle limitée, de préférence inférieure à environ 50 ppm, de manière préférée inférieure à environ 20 ppm, de manière très préférée inférieure à environ 10 ppm, et permettant d'utiliser cette coupe sans effectuer d'autre(s) traitement(s) visant à diminuer sa teneur en soufre; cette fraction légère étant également appauvrie en composés azotés légers,
- une fraction lourde dans laquelle la majeure partie du soufre, c'est à dire la totalité du soufre qui ne se trouve pas dans l'essence légère, initialement présent dans la charge est concentrée.

[0041] Cette séparation est réalisée de préférence au moyen d'une colonne de distillation classique. Cette colonne

de fractionnement doit permettre de séparer une fraction légère de l'essence contenant une faible fraction du soufre et une fraction lourde contenant de préférence la majeure partie du soufre initialement présent dans l'essence initiale.

[0042] L'essence légère obtenue à l'issue de la séparation contient généralement au moins l'ensemble des oléfines à cinq atomes de carbone, de préférence les composés à cinq atomes de carbone et au moins 20 % des oléfines à six atomes de carbone. Généralement, cette fraction légère obtenue après les étapes a) et b) présente une faible teneur en soufre, c'est à dire qu'il n'est pas en général nécessaire de traiter la coupe légère avant de l'utiliser comme carburant.

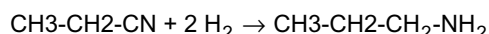
#### 4°) Elimination de l'azote dans les essences : étape d)

[0043] Les composés azotés présents dans les essences appartiennent principalement aux familles suivantes : nitriles, aminés, pyroles, pyridines et anilines. Ces composés sont généralement présents à hauteur de 20 à 400 ppm dans les essences. Ces composés sont pour la plus part basiques, ils peuvent donc être éliminés par séparation en milieu acide. L'étape d'élimination de l'azote dans les essences peut donc consister en un lavage de l'essence par une solution aqueuse contenant un composé acide. Parmi les acides utilisés, citons l'acide phosphorique, l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique ou l'acide formique. Tout type d'acide soluble dans l'eau et dont l'acidité est suffisante pour protoner l'azote peut être utilisé pour cette opération. Cette opération est réalisée en mettant en contact l'essence à traiter avec l'acide, par exemple, dans une colonne de lavage. Les conditions de lavage sont optimisées pour que l'essence récupérée contienne moins de 150 ppm d'azote, de façon préférée, moins de 100 ppm d'azote, et de façon plus préférée, moins de 50 ppm d'azote, voire moins de 20 ppm.

[0044] L'étape d) peut également être réalisée en traitant l'essence sur un solide présentant une acidité de Lewis ou de Bronsted suffisante pour fixer les composés azotés. Les solides qui peuvent être utilisés sont, par exemple, les résines échangeuses d'ions, les acides forts sur support minéral tels que l'acide phosphorique sur silice, les silices aluminées sous forme zéolitique ou amorphe. Cette liste n'est donnée qu'à titre d'illustration, et on se sortirait pas du cadre de la présente invention en utilisant toute autre technique connue visant à éliminer tout ou partie des composés azotés présents dans une fraction d'hydrocarbures. L'essence traverse une masse de garde généralement utilisée en lit fixe, les composés azotés basiques se protonent et sont fixés sur la masse. Une fois saturée, la masse peut être régénérée ou plus simplement remplacée par une nouvelle masse.

[0045] Le choix de la masse, sa durée d'utilisation et les conditions opératoires sont optimisés pour que l'essence produite au cours de l'étape d) contienne moins de 150 ppm d'azote, voire 100 ppm d'azote, et de façon préférée, moins de 50 ppm d'azote, et de façon plus préférée, moins de 20 ppm d'azote. Selon une autre manière de mettre en oeuvre l'invention, le choix de la masse, sa durée d'utilisation et les conditions opératoires sont optimisés pour qu'au moins 50 %, de préférence 70 % et de façon très préférée au moins 90 % des composés azotés soient éliminés au cours de cette étape.

[0046] Un mode avantageux de réalisation de l'invention consiste à réaliser l'étape a) avant l'étape d). En effet, certains composés azotés tels que les nitriles sont transformés au cours de l'étape a) pour former les amines correspondantes. La réaction observée est la suivante :



[0047] Les amines étant plus basiques que les nitriles, leur extraction au cours de l'étape d) sera facilitée.

[0048] L'étape d) peut également comprendre une séparation, généralement par distillation, de l'essence à traiter. En effet, les composés basiques présents dans les essences de craquage sont concentrés dans la fraction lourde de l'essence. L'élimination de cette fraction lourde par distillation permet donc d'éliminer au moins partiellement les composés azotés basiques. Dans ce cas, l'étape d) qui consiste en une distillation produit au moins deux fractions :

- la fraction légère qui concentre les oléfines et qui est appauvrie en azote,
- la fraction lourde qui concentre l'azote basique et les aromatiques et qui est appauvrie en oléfines.

#### 5°) Hydrodésulfuration des essences : étape e)

[0049] L'étape d'hydrodésulfuration (étape e) consiste à faire passer l'essence à traiter en présence d'hydrogène, sur un catalyseur d'hydrodésulfuration, à une température comprise entre 200°C et 350°C, de préférence entre 250°C et 320°C et à une pression comprise entre 1 et 3 MPa, de préférence entre 1,5 et 2,5 MPa. La vitesse spatiale liquide est généralement comprise entre 1 h<sup>-1</sup> et 10 h<sup>-1</sup>, de préférence entre 2 h<sup>-1</sup> et 5 h<sup>-1</sup>, le rapport H<sub>2</sub>/HC est compris entre 50 litres/litre (l/l) et 500 l/l, de préférence entre 100 l/l et 450 l/l, et de façon plus préférée entre 150 l/l et 400 l/l. Le

rapport  $H_2/HC$  est le rapport entre le débit d'hydrogène sous 1 atmosphère et 0°C et le débit d'hydrocarbure. Dans ces conditions, la réaction a lieu en phase gazeuse. Les conditions opératoires au cours de cette étape sont donc ajustées en fonction des caractéristiques de la charge à traiter pour atteindre un taux de désulfuration désiré. Les effluents issus de cette étape d'hydrodésulfuration sont l'essence partiellement désulfurée, l'hydrogène résiduel et l' $H_2S$  produit par décomposition des composés soufrés.

**[0050]** Les catalyseurs utilisés au cours de l'étape e) comprend au moins un élément du groupe VIII et/ou au moins un élément du groupe VIB sur un support approprié.

**[0051]** La teneur en métal du groupe VIII exprimée en oxyde est généralement comprise entre 0,5 et 15 % poids, préférentiellement entre 1 et 10 % poids. La teneur en métal du groupe VIB est généralement comprise entre 1,5 et 60 % poids, préférentiellement entre 3 et 50 % poids.

**[0052]** L'élément du groupe VIII, lorsqu'il est présent, est de préférence le cobalt, et l'élément du groupe VIB, lorsqu'il est présent, est généralement le molybdène ou le tungstène. Le support du catalyseur est habituellement un solide poreux, tel que par exemple une alumine, une silice-alumine ou d'autres solides poreux, tels que par exemple de la magnésie, de la silice ou de l'oxyde de titane, seuls ou en mélange avec de l'alumine ou de la silice-alumine. Pour minimiser l'hydrogénation des oléfines présentes dans l'essence lourde il est avantageux d'utiliser préférentiellement un catalyseur dans lequel la densité de molybdène, exprimée en % poids de  $MoO_3$  par unité de surface est supérieure à 0,07 et de préférence supérieure à 0,10. Le catalyseur selon l'invention présente, de préférence, une surface spécifique inférieure à 200  $m^2/g$ , de manière plus préférée inférieure à 180  $m^2/g$ , et de manière très préférée inférieure à 150  $m^2/g$ .

**[0053]** Le catalyseur est de préférence utilisé au moins en partie sous sa forme sulfurée. Le soufre ou un composé soufré peut être introduit ex situ, c'est-à-dire en dehors du réacteur où le procédé selon l'invention est réalisé, ou in situ, c'est-à-dire dans le réacteur utilisé pour le procédé selon l'invention. La sulfuration consiste à passer une charge contenant au moins un composé soufré, qui une fois décomposé conduit à la fixation de soufre sur le catalyseur. Cette charge peut être gazeuse ou liquide, par exemple de l'hydrogène contenant de l' $H_2S$ , ou un liquide contenant au moins un composé soufré.

#### 6°) Hydrodésulfuration des essences : étape f)

**[0054]** L'étape d'hydrodésulfuration e) peut être suivie d'une étape supplémentaire visant à améliorer le taux de désulfuration final. Cette étape est réalisée obligatoirement après l'étape e) et peut être réalisée avec ou sans élimination intermédiaire d' $H_2S$ . L'étape f) comprend au moins une étape de décomposition des composés soufrés saturés issus de l'étape e). Ces composés soufrés sont transformés en  $H_2S$  sur un catalyseur et dans des conditions telles que les oléfines sont très peu hydrogénées. Le taux d'hydrogénation (saturation) des oléfines dans cette étape est généralement inférieure à 20 %, et de façon préférée, inférieure à 10 %.

**[0055]** Cette étape d'hydrodésulfuration (étape f) consiste généralement à faire passer l'essence à traiter en présence d'hydrogène, sur un catalyseur d'hydrodésulfuration, à une température comprise entre 250°C et 450°C, de préférence entre 300°C et 360°C et à une pression comprise entre 1 et 3 MPa, de préférence entre 1,5 et 2,5 MPa. La vitesse spatiale liquide est généralement comprise entre 1  $h^{-1}$  et 10  $h^{-1}$ , de préférence entre 1  $h^{-1}$  et 5  $h^{-1}$ , le rapport  $H_2/HC$  est compris entre 50 litres/litre (l/l) et 500 l/l, de préférence entre 100 l/l et 450 l/l, et de façon plus préférée entre 150 l/l et 400 l/l. Dans ces conditions, la réaction a lieu en phase gazeuse. Les conditions opératoires au cours de cette étape sont donc ajustées en fonction des caractéristiques de la charge à traiter pour atteindre un taux de désulfuration désiré.

**[0056]** Le catalyseur utilisé au cours de l'étape e) comprend au moins un élément du groupe VIII choisi dans le groupe formé par le nickel, le cobalt, le fer, le molybdène et le tungstène.

**[0057]** La teneur en métal du groupe VIII exprimée en oxyde est généralement comprise entre 1 et 60 % poids, préférentiellement entre 1 et 40 % poids.

**[0058]** Le support du catalyseur est habituellement un solide poreux, tel que par exemple une alumine, une silice-alumine ou d'autres solides poreux, tels que par exemple de la magnésie, de la silice ou de l'oxyde de titane, seuls ou en mélange avec de l'alumine ou de la silice-alumine. Le catalyseur selon l'invention présente, de préférence, une surface spécifique comprise entre 25 et 350  $m^2/g$ .

**[0059]** Le catalyseur est de préférence utilisé au moins en partie sous sa forme sulfurée. Le soufre ou un composé soufré peut être introduit ex situ, c'est-à-dire en dehors du réacteur où le procédé selon l'invention est réalisé, ou in situ, c'est-à-dire dans le réacteur utilisé pour le procédé selon l'invention. La sulfuration consiste à passer une charge contenant au moins un composé soufré, qui une fois décomposé conduit à la fixation de soufre sur le catalyseur. Cette charge peut être gazeuse ou liquide, par exemple de l'hydrogène contenant de l' $H_2S$ , ou un liquide contenant au moins un composé soufré.

**[0060]** L'intérêt et les avantages de la présente invention sont mis en évidence par la comparaison de l'exemple 1 selon l'art antérieur, et de l'exemple 2, conforme à l'invention.

**Exemple 1 (selon l'art antérieur) :**

**[0061]** L'exemple 1 se rapporte à un procédé de désulfuration sans élimination préliminaire de l'azote.

**[0062]** Un catalyseur A d'hydrodésulfuration est obtenu par imprégnation d'une alumine de transition se présentant sous forme de billes de surface spécifique de 130 m<sup>2</sup>/g et de volume poreux 1,04 ml/g, par une solution aqueuse contenant du molybdène et du cobalt sous forme d'heptamolybdate d'ammonium et de nitrate de cobalt. Le catalyseur est ensuite séché et calciné sous air à 500°C. La teneur en cobalt et en molybdène de cette échantillon est de 3% de CoO et 10 % de MoO<sub>3</sub>.

**[0063]** 100 ml du catalyseur A sont placés dans un réacteur d'hydrodésulfuration tubulaire à lit fixe. Le catalyseur est tout d'abord sulfuré par traitement pendant 4 heures sous une pression de 3,4 MPa à 350°C, au contact d'une charge constituée de 2% de soufre sous forme de diméthylsulfure dans du n-heptane.

**[0064]** La charge traitée est une essence de craquage catalytique de point initial d'ébullition est de 50°C et de point final de 225°C. Sa teneur en soufre est de 1450 ppm poids et son indice de brome (IBr) est 69 g/100 g. Cette essence présente une teneur en azote de 180 ppm d'azote dont 165 ppm d'azote basique (par azote basique on entend l'azote compris dans des composés comprenant un groupement azoté présentant un caractère basique). L'azote total est dosé par la méthode ASTM4629, et l'azote basique est dosé par la méthode ASTM4739.

**[0065]** Cette charge est traitée sur le catalyseur A, sous une pression de 2 MPa, un rapport H<sub>2</sub>/HC de 300 l/l et une VVH de 2 h<sup>-1</sup>. Le tableau 1 montre l'influence de la température sur les taux de désulfuration et saturation des oléfines.

Tableau 1

Température (°C)	Teneur en soufre de l'essence désulfurée (ppm poids)	Taux de désulfuration (HDS - %)	IBr de l'essence désulfurée (g/100 g)	Taux de saturation des oléfines (HDO - %)
280	292	79,9	49,2	28,7
290	165	88,6	45,6	33,9
300	108	92,6	38,97	43,6

**[0066]** Selon cet exemple, il apparaît difficile d'atteindre pour une telle charge de faibles teneurs en soufre dans les effluents. A 300°C, le teneur en soufre de l'effluent est ainsi supérieure à 100 ppm pour un taux de saturation des oléfines de près de 44 %.

**Exemple 2 : selon l'invention**

**[0067]** L'exemple 2 est réalisé selon l'invention, c'est à dire que les composés azotés basiques sont majoritairement éliminés au cours d'une étape de lavage acide, avant l'étape de désulfuration.

**[0068]** La charge traitée est la même que celle de l'exemple 1. Cette essence contient 180 ppm d'azote dont 165 ppm d'azote basique. 50 kg de cette essence est mélangée, dans un réacteur discontinu (ou batch selon la terminaison anglo-saxonne), à 100 kg d'une solution d'acide sulfurique concentrée à 10 % poids dans de l'eau distillée. Le mélange est agité pendant 15 minutes puis laissée en décantation. La phase aqueuse qui se retrouve dans la partie basse du réacteur est soutirée. L'essence restante est lavée par 50 kg d'eau distillée. Après décantation, l'eau est séparée de l'essence.

**[0069]** Il a été analysé que l'essence ainsi produite présente une teneur en azote de 12 ppm dont 0 ppm d'azote basique.

**[0070]** Le réacteur utilisé dans l'exemple 1 est chargé de catalyseur A frais et sulfuré selon la même procédure que l'exemple 1.

**[0071]** Cette charge est traitée sur le catalyseur A, sous une pression de 2 MPa, un rapport H<sub>2</sub>/HC de 300 l/l et une VVH de 2 h<sup>-1</sup>. Les conditions opératoires appliquées pour l'exemple 2 sont identiques aux conditions opératoires de l'exemple 1. Le tableau 2 montre l'influence de la température sur les taux de désulfuration et saturation des oléfines.

Tableau 2

Température (°C)	Teneur en soufre de l'essence désulfurée (ppm poids)	Taux de désulfuration (HDS - %)	IBr de l'essence désulfurée (g/100 g)	Taux de saturation des oléfines (HDO - %)
280	160	89,0	48,2	30,1

Tableau 2 (suite)

Température (°C)	Teneur en soufre de l'essence désulfurée (ppm poids)	Taux de désulfuration (HDS - %)	IBr de l'essence désulfurée (g/100 g)	Taux de saturation des oléfines (HDO - %)
290	97	93,3	43,1	37,5
300	59	95,9	37,4	45,8

**[0072]** Pour les mêmes conditions opératoires, le taux de désulfuration atteint par le procédé selon l'invention est plus élevé que celui de l'exemple 1. Par contre, les taux de saturation des oléfines sont comparables. Il en résulte, qu'un procédé de désulfuration réalisée selon l'invention permet une augmentation de la sélectivité du catalyseur employé : les pertes en oléfines et donc en indice d'octane (mesurées à taux de désulfuration constant) sont plus faibles lorsque l'essence est débarrassée au moins en partie des composés azotés avant désulfuration que lorsqu'elle est traitée directement.

**[0073]** La diminution du taux d'azote dans les essences avant hydrodésulfuration entraîne par ailleurs une amélioration sensible de l'activité du catalyseur. Cette augmentation permettra par exemple de minimiser les phénomènes de désactivation et de maximiser ainsi la durée de vie des catalyseurs d'hydrodésulfuration en travaillant à plus basse température.

### Revendications

1. Procédé de désulfuration d'une charge essence comprenant au moins 150 ppm poids de composés soufrés par un catalyseur d'hydrodésulfuration, ledit procédé étant **caractérisé en ce que** ladite charge est soumise à un traitement préalable de déazotation dans des conditions telles que le taux de composés azotés présent au sein de ladite charge au moment de la mise en contact avec ledit catalyseur d'hydrodésulfuration n'excède pas 150 ppm poids.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel ledit traitement préalable de déazotation est effectuée immédiatement avant ladite mise en contact.

3. Procédé selon la revendication 1 dans lequel au moins une étape choisie dans le groupe constitué par :

- a) l'hydrogénation sélective des diènes contenus dans la charge,
- b) la transformation des composés soufrés légers contenus dans la charge,
- c) la séparation de ladite charge en au moins deux fractions dont:

- une fraction légère contenant une mineure partie des composés soufrés,
- une fraction lourde contenant la majeure partie des composés soufrés, est effectuée entre ledit traitement de déazotation (étape d) et ladite mise en contact avec le catalyseur d'hydrodésulfuration (étapes e et éventuellement f).

4. Procédé selon la revendication 3 dans lequel ladite mise en contact est effectuée au moins avec la fraction lourde issue de l'étape c).

5. Procédé selon la revendication 2 dans lequel au moins une étape choisie dans le groupe constitué par :

- a) l'hydrogénation sélective des diènes contenus dans la charge,
- b) la transformation des composés soufrés légers contenus dans la charge,
- c) la séparation de ladite charge en au moins deux fractions dont :

- une fraction légère contenant une mineure partie des composés soufrés,
- une fraction lourde contenant la majeure partie des composés soufrés, est effectuée avant ledit traitement de déazotation (étape d).

6. Procédé selon la revendication 5 dans lequel la mise en contact avec le catalyseur d'hydrodésulfuration est effectuée au moins avec la fraction lourde issue de l'étape c).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel ladite mise en contact est effectuée en au moins deux étapes e) et f).
- 5 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel ledit catalyseur d'hydrodésulfuration comprend au moins un élément du groupe VIII de la classification périodique.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel ledit catalyseur d'hydrodésulfuration comprend au moins un élément du groupe VIB de la classification périodique.
- 10 10. Procédé selon la revendication 8 ou 9 dans lequel ledit catalyseur comprend au moins un élément du groupe VIII de la classification choisi dans le groupe constitué par le Nickel et le Cobalt et au moins un élément du groupe VIB de la classification choisi dans le groupe constitué par le Molybdène et le Tungstène.
- 15 11. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel ladite mise en contact est effectuée à une température comprise entre 250°C et 350°C, sous une pression comprise entre 1 et 3MPa, à une vitesse spatiale horaire liquide comprise entre 1h<sup>-1</sup> et 10h<sup>-1</sup> et avec un rapport H<sub>2</sub>/HC compris entre 50 l/l et 500 l/l.
- 20 12. Application du procédé selon l'une des revendications précédentes à des essences issues du craquage catalytique ou de la cokéfaction d'une charge lourde hydrocarbonée ou de vapocraquage.



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 03 29 1317

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 6 248 230 B1 (CHOI KYUNG-IL ET AL) 19 juin 2001 (2001-06-19) * revendication 1; exemples 1-17; tableaux 1-19 *	1-12	C10G67/06
A	US 4 344 841 A (JOHNSON MARVIN M ET AL) 17 août 1982 (1982-08-17) * revendication 1; exemple 2 *	1	
A	US 5 730 860 A (IRVINE ROBERT L) 24 mars 1998 (1998-03-24) * revendication 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			C10G
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19 septembre 2003	Examineur Gilliquet, J-N
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 03 29 1317

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-09-2003

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6248230 B1	19-06-2001	KR 2000003037 A	15-01-2000
		KR 2000005631 A	25-01-2000
		CA 2335347 A1	29-12-1999
		CN 1306563 T	01-08-2001
		EP 1109877 A2	27-06-2001
		JP 2002518580 T	25-06-2002
		WO 9967345 A2	29-12-1999
		TW 466268 B	01-12-2001
-----			
US 4344841 A	17-08-1982	AUCUN	
-----			
US 5730860 A	24-03-1998	AU 6694296 A	12-03-1997
		EP 0844978 A1	03-06-1998
		WO 9707054 A1	27-02-1997
-----			

EPO FORM P0460

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