

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13.05.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.11.99 Bulletin 99/46.

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 :

⑦1 Demandeur(s) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
— FR.

⑦2 Inventeur(s) : BENAZZI ERIC, KASZTELAN SLAVIK
et GEORGE MARCHAL NATHALIE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

⑤4 PROCÉDE POUR L'AMELIORATION DU POINT D'ÉCOULEMENT ET CATALYSEUR A BASE D'AU MOINS UNE ZEOLITHE MTT, TON, FER.

⑤7 L'invention concerne un procédé pour améliorer le point d'écoulement d'une charge comportant des paraffines de plus de 10 atomes de carbone dans lequel la charge à traiter est mise au contact d'un catalyseur comportant au moins une zéolithe de type structural MTT, TON ou FER ou toutes combinaisons possibles de ces dernières, au moins un élément hydro-déshydrogénant choisi parmi les éléments du groupe VIB et du groupe VIII de la classification périodique, au moins un élément promoteur déposé (bore, silicium, phosphore), éventuellement au moins un élément du groupe VIIA, éventuellement au moins un élément du groupe VIIB, à une température comprise entre 170 et 500°C, une pression entre 1 et 250 bar et une vitesse volumique horaire entre 0,05 et 100 h⁻¹, en présence d'hydrogène à raison de 50 à 2000 l/l de charge. Les huiles obtenues présentent de bons points d'écoulement et des indices de viscosité (VI) élevés. Le procédé est également applicable aux gazoles, et autres charges nécessitant la réduction de leur point d'écoulement.

L'invention concerne également le catalyseur.

FR 2 778 582 - A1



La présente invention concerne un procédé pour améliorer le point d'écoulement de charges contenant des paraffines, linéaires et/ou peu ramifiées, longues (plus de 10 atomes de carbone), en particulier pour convertir, avec un bon rendement, des charges possédant des points d'écoulement élevés en au moins une coupe
5 présentant un point d'écoulement bas et un haut indice de viscosité pour les bases huiles.

La présente invention a également pour objet un catalyseur comportant au moins une zéolithe de type structural MTT, TON ou FER ou toutes combinaisons possibles de ces dernières, au moins un élément hydro-désydrégénant, de préférence choisi parmi
10 les éléments du groupe VIB et du groupe VIII de la classification périodique, au moins un élément promoteur déposé qui est choisi dans le groupe formé par le bore, le silicium, le phosphore, éventuellement au moins un élément du groupe VIIA, et éventuellement au moins un élément du groupe VIIB et son utilisation pour la conversion des hydrocarbures et le procédé de réduction du point d'écoulement avec
15 ce catalyseur.

Art antérieur

Les lubrifiants de haute qualité sont d'une importance primordiale pour le bon
20 fonctionnement des machines modernes, des automobiles, et des camions. Cependant, la quantité de paraffines issues directement du pétrole, non traitées, et possédant les propriétés adéquates pour constituer des bons lubrifiants est très faible par rapport à la demande croissante dans ce secteur.

25 Le traitement des fractions pétrolières lourdes à fortes teneurs en paraffines linéaires ou peu ramifiées est nécessaire afin d'obtenir des huiles de base de bonne qualité et ce avec les meilleurs rendements possibles, par une opération qui vise à éliminer les paraffines linéaires ou très peu branchées, des charges qui seront ensuite utilisées en tant que huiles de base ou en tant que kérosène ou carburéacteur (jet fuel).

30 En effet, les paraffines de haut poids moléculaire qui sont linéaires ou très faiblement branchées et qui sont présentes dans les huiles ou dans le kérosène ou carburéacteur conduisent à des points d'écoulement hauts et donc à des phénomènes de figeage pour des utilisations à basse température. Afin de diminuer
35 les valeurs des points d'écoulement, ces paraffines linéaires pas ou très peu branchées doivent être entièrement ou partiellement éliminées.

Cette opération peut s'effectuer par extraction par des solvants tels que le propane ou la méthyl-éthyl cétone, on parle alors de déparaffinage au propane ou à la méthyl-éthyl-cétone (MEK). Cependant, ces techniques sont coûteuses, longues et pas toujours aisées à mettre en oeuvre.

Un autre moyen est un craquage sélectif des chaînes paraffiniques linéaires les plus longues qui conduit à la formation de composés de poids moléculaire plus faible dont une partie peut être éliminée par distillation.

Compte tenu de leur sélectivité de forme les zéolithes sont parmi les catalyseurs les plus utilisés. L'idée qui prévaut à leur utilisation est qu'il existe des structures zéolithiques dont les ouvertures de pores sont telles qu'elles permettent l'entrée dans leur microporosité des paraffines linéaires longues ou très peu branchées mais en excluent les paraffines ramifiées, les naphthènes et les aromatiques. Ce phénomène conduit ainsi à un craquage sélectif des paraffines linéaires ou très peu branchées.

Des catalyseurs à base de zéolithes ayant des tailles de pores intermédiaires telles que les ZSM-5, ZSM-11, ZSM-12, ZSM-22, ZSM-23, ZSM-35 et ZSM-38 ont été décrits pour leur utilisation dans ces procédés.

Par ailleurs, il a été constaté que les procédés utilisant ces zéolithes (ZSM-5, ZSM-11, ZSM-12, ZSM-22, ZSM-23, ZSM-35 et ZSM-38) permettent d'obtenir des huiles par craquage de charges contenant des quantités de paraffines linéaires ou très peu branchées inférieures à 50 % poids. Cependant, pour des charges contenant des quantités supérieures de ces composés il est apparu que leur craquage conduit à la formation de quantités importantes de produits de poids moléculaires plus faibles, tels que du butane, propane, éthane et méthane, ce qui réduit considérablement le rendement en produits recherchés.

Pour pallier à ces inconvénients, la demanderesse a porté ses efforts de recherche sur la mise au point de catalyseurs contenant au moins une zéolithe de type structural MTT, TON ou FER ou toutes combinaisons possibles de ces dernières, et de préférence, contenant également au moins un élément choisi parmi les éléments du groupe VIB et du groupe VIII de la classification périodique, du bore et/ou du silicium,

éventuellement du phosphore, éventuellement au moins un élément du groupe VIIA favorisant également une isomérisation de ces composés.

La présente invention propose un procédé catalytique pour la réduction du point
5 d'écoulement à base de tels catalyseurs.

Objet de l'invention

Un objet de l'invention est un procédé pour l'amélioration du point d'écoulement d'une
10 charge paraffinique comportant des paraffines de plus de 10 atomes de carbone, dans lequel la charge à traiter est mise au contact d'un catalyseur contenant au moins une zéolithe de type structural MTT, TON ou FER ou toutes combinaisons possibles de ces dernières, au moins un élément hydro-désydrégénant, de préférence choisi parmi les éléments du groupe VIB et du groupe VIII de la classification périodique, au
15 moins un élément promoteur déposé choisi dans le groupe formé par le bore, le silicium, le phosphore, éventuellement au moins un élément du groupe VIIA, éventuellement au moins un élément du groupe VIIB à une température comprise entre 170 et 500°C, une pression entre 1 et 250 bar et une vitesse volumique horaire entre 0,05 et 100 h⁻¹, en présence d'hydrogène à raison de 50 à 2000 l/l de charge.

20

Les zéolithes comprises dans le catalyseur selon l'invention possèdent les types structuraux TON, MTT ou FER et sont décrites dans l'ouvrage "Atlas of Zeolite Structure Types", W.M. Meier, D.H. Olson and Ch. Baerlocher, 4th Revised edition, 1996, Elsevier.

25

Ledit catalyseur présente une activité et une sélectivité en déparaffinage (amélioration du point écoulement) plus importante que les formules catalytiques à base de zéolithes MTT, TON et FER connues dans l'art antérieur. Sans vouloir être
lié par une quelconque théorie, il semble que cette activité particulièrement élevée
30 des catalyseurs de la présente invention est due aux renforcement de l'acidité du catalyseur par la présence de l'élément promoteur, en particulier du bore et/ou du silicium sur la matrice ce qui induit une amélioration des propriétés par rapport aux catalyseurs utilisés habituellement.

35

Avantageusement ce procédé permet de convertir une charge possédant un haut point d'écoulement en un produit possédant un point d'écoulement plus bas. Il est

donc applicable pour la réduction du point d'écoulement des gazoles par exemple. Il permet également de convertir des charges plus lourdes en huiles possédant un haut indice de viscosité.

- 5 La charge est composée, entre autres, de paraffines linéaires et/ou peu ramifiées comportant au moins 10 atomes de carbone, de préférence de 15 à 50 atomes de carbone et avantageusement de 15 à 40 atomes de carbone. Les charges lourdes (pour faire des huiles) contiennent des paraffines ayant essentiellement plus de 30 atomes de carbone, les gazoles contiennent généralement des paraffines à 10-30
10 atomes de carbone.

Les produits isomérisés, présents dans les produits finaux, peuvent contenir entre environ 65 et 80 % de produits monobranchés et entre environ 20 et 35 % de produits multibranchés. On entend par produits monobranchés des paraffines linéaires
15 comportant un seul groupe méthyle, et par produits dibranchés des paraffines linéaires comportant 2 groupes méthyles qui ne sont pas portés par le même atome de carbone. Par extension on définit les multibranchés.

D'autre part le catalyseur comporte au moins une fonction hydro-déshydrogénante,
20 par exemple un métal du groupe VIII (noble ou non noble) ou une combinaison d'au moins un métal ou composé du groupe VIII (non noble) et d'au moins un métal ou composé du groupe VI, et la réaction est réalisée dans les conditions décrites ci-après.

- 25 L'utilisation du catalyseur selon l'invention dans les conditions décrites ci-dessus permet, notamment, la production de produits à faible point d'écoulement avec de bons rendements, et à haut indice de viscosité pour les huiles.

Description détaillée de l'invention

30 La zéolithe de type structural TON regroupe les zéolithes; Theta, **ISI-1, NU-10, KZ-2** et ZSM-22 (décrite dans le brevet US 4810357). La zéolithe de type structural MTT regroupe les zéolithes ZSM-23 (décrite dans les brevets US 4076842 et US 4104151), EU-13, ISI-4, KZ-1 et SSZ-32 (décrite dans le brevet US 5053373). La
35 zéolithe de type structural FER regroupe les zéolithes suivantes qui ont

essentiellement la même structure : Ferrierite, FU-9, NU-23, ZSM-35 (décrite dans le brevet 4016245), ISI-6.

Les zéolithes MTT, TON et FER utilisées dans le catalyseur selon l'invention peuvent aussi être préparées en milieu fluorure. Sont préférés les zéolithes NU-10, EU-13,
5 NU-23.

Le rapport Si/Al global des zéolithes entrant dans la composition des catalyseurs selon l'invention ainsi que la composition chimique des échantillons sont déterminés par fluorescence X et absorption atomique

10

Les rapports Si/Al des zéolithes décrites ci-dessus sont celles obtenues à la synthèse selon les modes opératoires décrits dans les différents documents cités ou bien obtenus après des traitements de désalumination post-synthèse bien connus de l'homme de l'art, tels que et à titre non exhaustif les traitements hydrothermiques
15 suivis ou non d'attaques acides ou bien encore les attaques acides directes par des solutions d'acides minéraux ou organiques.

Les zéolithes entrant dans la composition des catalyseurs selon l'invention sont calcinées et échangées par au moins un traitement par une solution d'au moins un sel
20 d'ammonium de manière à obtenir la forme ammonium des zéolithes qui une fois calcinée conduisent à la forme hydrogène des dites zéolithes.

Les zéolithes entrant dans la composition du catalyseur selon l'invention sont au moins en partie, de préférence pratiquement totalement, sous forme acide, c'est-à-dire sous forme hydrogène (H⁺). Le rapport atomique Na/T est généralement inférieur
25 à 10% et de préférence inférieur à 5% et de manière encore plus préférée inférieur à 1%.

Le catalyseur objet de l'invention contient au moins une zéolithe de type structural
30 MTT, TON ou FER ou toutes combinaisons possibles de ces dernières en mélange avec une matrice, et éventuellement au moins un élément hydro-déshydrogénant, qui de préférence, est un métal noble ou une combinaison d'au moins un métal ou composé du groupe VI et d'au moins un métal ou composé du groupe VIII.

35 Dans le cas où l'élément hydro-déshydrogénant est au moins un métal du groupe VIII, de préférence un métal noble et avantageusement choisi dans le groupe formé par le

Pt et le Pd, il est introduit dans le tamis moléculaire par exemple par imprégnation à sec, par échange ionique ou toute autre méthode connue de l'homme du métier, ou bien il est introduit dans la matrice.

5 Le catalyseur de la présente invention renferme généralement en % poids par rapport à la masse totale du catalyseur au moins un métal choisi dans les groupes suivants et avec les teneurs suivantes :

- 0,1 à 60%, de préférence de 0,1 à 50% et de manière encore plus préférée de 0,1 à 40% d'au moins un métal hydro-désydrégénant de préférence choisi parmi le
10 groupe VIIB et le groupe VIII (% oxyde),
- 0,1 à 99,7%, de préférence de 1 à 99% d'au moins une matrice minérale poreuse amorphe ou mal cristallisée de type oxyde,
- 0,1 à 90%, de préférence de 0,1 à 80% et de manière encore plus préférée de 0,1 à 70% d'au moins une zéolithe de type structural TON, MTT ou FER comme
15 définis précédemment.

le dit catalyseur étant caractérisé en ce qu'il renferme en outre,

- de 0,1 à 20%, de préférence de 0,1 à 15% et de manière encore plus préférée de 0,1 à 10% d'élément promoteur déposé (% oxyde) choisi dans le groupe formé par B, Si, P,
20 et éventuellement
- de 0 à 20% d'au moins un élément du groupe VIIB (% oxyde) et de préférence le manganèse, le rhénium,
- de 0 à 20%, de préférence de 0,1 à 15% et de manière encore plus préférée de 0,1 à 10% de poids d'au moins un halogène, de préférence le fluor.

25

Un catalyseur préféré de l'invention contient comme élément promoteur du bore et/ou du silicium et éventuellement de 0 à 20%, de préférence de 0,1 à 15% et de manière encore plus préférée de 0,1 à 10% de phosphore (% oxyde).

30 Le catalyseur selon l'invention renferme ainsi généralement et globalement de 0,1 à 65% (pds oxyde), de préférence 0,1 à 60% et avantageusement de 0,1 à 55% de silicium (contenu dans la charpente de la zéolithe + silicium déposé qui est sous forme amorphe et en général principalement localisé sur la matrice).

Les métaux du groupe VIB et du groupe VIII du catalyseur de la présente invention peuvent être présent en totalité ou partiellement sous la forme métallique et/ou oxyde et/ou sulfure.

- 5 La fonction hydrogénante est assurée par au moins un élément des groupes VIB ou VIII Parmi les éléments du groupe VIB, le molybdène et le tungstène sont préférés.

Dans le cas où le catalyseur comporte un métal hydrogénant du groupe VIII de préférence un métal noble et avantageusement le Pt et/ou le Pd, le catalyseur est
10 réduit dans le réacteur en présence d'hydrogène et dans des conditions bien connues de l'homme de l'art.

La teneur en métal ainsi introduit, exprimée en % poids par rapport à la masse de tamis moléculaire engagée, est généralement inférieure à 5 %, de préférence
15 inférieure à 3 % et la teneur en métal noble est dans le catalyseur généralement inférieure à 2 % poids.

Dans le cas où le métal hydrogénant appartient au groupe VIII, et de préférence est le Pt et/ou le Pd, il peut également et très avantageusement être déposé sur le
20 support par tout procédé connu de l'homme de l'art et permettant le dépôt du métal sur le tamis moléculaire. On peut utiliser la technique d'échange cationique avec compétition où le compétiteur est de préférence le nitrate d'ammonium, le rapport de compétition étant au moins égal à environ 20 et avantageusement d'environ 30 à 200. Dans le cas du platine ou du palladium, on utilise habituellement un complexe
25 tétramine du platine ou un complexe tétramine du palladium : ces derniers se déposeront alors pratiquement en totalité sur le tamis moléculaire. Cette technique d'échange cationique peut également être utilisée pour déposer directement le métal sur la poudre de tamis moléculaire, avant son mélange éventuel avec une matrice.

Le dépôt du métal (ou des métaux) du groupe VIII est suivi en général d'une
30 calcination sous air ou oxygène, usuellement entre 300 et 600°C durant 0,5 à 10 heures, de préférence entre 350°C et 550°C durant 1 à 4 heures. On peut procéder ensuite à une réduction sous hydrogène, généralement à une température comprise entre 300 et 600°C pendant 1 à 10 heures, de préférence on opérera entre 350° et 550°C pendant 2 à 5 heures.

On peut également déposer le platine et/ou le palladium non plus directement sur le tamis moléculaire, mais sur la matrice (le liant aluminique), avant ou après l'étape de mise en forme, en mettant en œuvre un échange anionique avec de l'acide hexachloroplatinique, de l'acide hexachloropalladique et/ou du chlorure de palladium en présence d'un agent compétiteur, par exemple l'acide chlorhydrique. En général après le dépôt de platine et/ou de palladium, le catalyseur est comme précédemment soumis à une calcination puis réduit sous hydrogène comme indiqué ci-dessus.

Les sources d'élément du groupe VIB qui peuvent être utilisées sont bien connues de l'homme du métier. Par exemple, parmi les sources de molybdène et de tungstène, on peut utiliser les oxydes et hydroxydes, les acides molybdiques et tungstiques et leurs sels en particulier les sels d'ammonium tels que le molybdate d'ammonium, l'heptamolybdate d'ammonium, le tungstate d'ammonium, l'acide phosphomolybdique, l'acide phosphotungstique et leurs sels. On utilise de préférence les oxydes et les sels d'ammonium tels que le molybdate d'ammonium, l'heptamolybdate d'ammonium et le tungstate d'ammonium

Le catalyseur de la présente invention peut renfermer un métal du groupe VIII tel que fer, ruthénium, rhodium, palladium, osmium, iridium, platine et de préférence cobalt, nickel. D'une manière avantageuse on utilise les associations GVI-GVIII non noble de métaux suivantes : nickel-molybdène, cobalt-molybdène, fer-molybdène, fer-tungstène, nickel-tungstène, cobalt-tungstène, les associations préférées sont : nickel-molybdène, nickel-tungstène. Il est également possible d'utiliser des associations de trois métaux par exemple nickel-cobalt-molybdène.

Les sources d'élément du groupe VIII qui peuvent être utilisées sont bien connues de l'homme du métier. Par exemple, on utilisera les nitrates, les sulfates, les phosphates, les halogénures par exemple, chlorures, bromures et fluorures, les carboxylates par exemple acétates et carbonates.

Le catalyseur de l'invention peut renfermer au moins un élément du groupe VIIB tel que le manganèse, le technétium, le rhénium ; le manganèse et le rhénium étant préférés.

Les sources d'éléments du groupe VIIIB qui peuvent être utilisées sont bien connues de l'homme du métier. On utilise de préférence les sels d'ammonium, les nitrates et les chlorures.

5 Le catalyseur de la présente invention renferme donc également au moins une matrice minérale poreuse amorphe ou mal cristallisée généralement de type oxyde. On peut citer à titre d'exemple non limitatif les alumines, les silices, les silice-alumines. On peut choisir également les aluminates. On préfère utiliser des matrices contenant de l'alumine, sous toutes ces formes connues de l'Homme du métier, et de
10 manière encore plus préférée les alumines, par exemple l'alumine gamma.

On peut aussi avantageusement utiliser des mélanges d'alumine et de silice, des mélanges d'alumine et de silice-alumine.

15 L'élément promoteur (P, B, Si) est déposé sur le catalyseur. Il a été introduit sur le support contenant au moins la zéolithe et la matrice, et contenant également de préférence le ou les métaux hydrogénants.

L'élément promoteur, et en particulier le silicium introduit sur le support selon
20 l'invention, est principalement localisé sur la matrice du support et peut être caractérisé par des techniques telles que la microsonde de Castaing (profil de répartition des divers éléments), la microscopie électronique par transmission couplée à une analyse X des composants du catalyseurs, ou bien encore par l'établissement
25 une cartographie de répartition des éléments présents dans le catalyseur par microsonde électronique. Ces analyses locales vont fournir la localisation des divers éléments, en particulier la localisation de l'élément promoteur, notamment de la silice amorphe sur la matrice du support due à l'introduction du silicium promoteur selon l'invention. La localisation du silicium de la charpente de la zéolithe contenue dans le support est aussi révélée. Par ailleurs, une estimation quantitative des teneurs locales
30 en silicium ou autres éléments promoteur peut-être effectuée.

D'autre part, la RMN du solide du ^{29}Si à rotation à l'angle magique est une technique qui permet de détecter la présence de silice amorphe introduite dans le catalyseur selon le mode opératoire décrit dans la présente invention.

La source de bore peut être l'acide borique, de préférence l'acide orthoborique H_3BO_3 , le bionate ou le pentaborate d'ammonium, l'oxyde de bore, les esters boriques. Le bore peut par exemple être introduit sous la forme d'un mélange d'acide borique, d'eau oxygénée et un composé organique basique contenant de l'azote tels que l'ammoniaque, les amines primaires et secondaires, les amines cycliques, les composés de la famille de la pyridine et des quinoléines et les composés de la famille du pyrrole. Le bore peut être introduit par exemple par une solution d'acide borique dans un mélange eau/alcool.

La source de phosphore préférée est l'acide orthophosphorique H_3PO_4 , mais ses sels et esters comme les phosphates d'ammonium conviennent également.—Le phosphore peut par exemple être introduit sous la forme d'un mélange d'acide phosphorique et un composé organique basique contenant de l'azote tels que l'ammoniaque, les amines primaires et secondaires, les amines cycliques, les composés de la famille de la pyridine et des quinoléines et les composés de la famille du pyrrole.

L'imprégnation du molybdène peut être facilitée par ajout d'acide phosphorique dans les solutions de paramolybdate d'ammonium, ce qui permet d'introduire aussi le phosphore de façon à promouvoir l'activité catalytique. D'autres composés du phosphore peuvent être utilisés comme il est bien connu de l'homme du métier.

De nombreuses sources de silicium peuvent être employées. Ainsi, on peut utiliser l'orthosilicate d'éthyle $Si(OEt)_4$, les siloxanes, les polysiloxanes, les silicones, les émulsions de silicones, les silicates d'halogénures comme le fluorosilicate d'ammonium $(NH_4)_2 SiF_6$ ou le fluorosilicate de sodium Na_2SiF_6 . L'acide silicomolybdique et ses sels, l'acide silicotungstique et ses sels peuvent également être avantageusement employés. Le silicium peut être ajouté par exemple par imprégnation de silicate d'éthyle en solution dans un mélange eau/alcool. Le silicium peut être ajouté par exemple par imprégnation d'une émulsion de silicone dans l'eau.

Le catalyseur de l'invention peut également renfermer au moins un halogène, le fluor étant préféré.

Les sources d'élément du groupe VIIA qui peuvent être utilisées sont bien connues de l'homme du métier. Par exemple, les anions fluorures peuvent être introduits sous

forme d'acide fluorhydrique ou de ses sels. Ces sels sont formés avec des métaux alcalins, l'ammonium ou un composé organique. Dans ce dernier cas, le sel est avantagement formé dans le mélange réactionnel par réaction entre le composé organique et l'acide fluorhydrique. Il est également possible d'utiliser des composés hydrolysables pouvant libérer des anions fluorures dans l'eau, comme le fluorosilicate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$, le tétrafluorure de silicium SiF_4 ou de sodium Na_2SiF_6 . Le fluor peut être introduit par exemple par imprégnation d'une solution aqueuse d'acide fluorhydrique ou de fluorure d'ammonium.

10 L'élément promoteur et éventuellement l'élément choisi dans le groupe VIIA des halogénures, peuvent être introduits par imprégnation dans le catalyseur à divers niveaux de la préparation et de diverses manières.

15 D'une façon générale on prépare un mélange contenant au moins une matrice, de la zéolithe, et éventuellement au moins un métal hydrogénéant choisi parmi les métaux du groupe VIII et du groupe VIB. Le mélange est ou n'est pas mis en forme. Il peut contenir éventuellement au moins un élément du groupe VIIB.

20 L'imprégnation du mélange (avec au moins une solution contenant au moins un élément promoteur et éventuellement l'halogène) est de préférence effectuée par la méthode d'imprégnation dite "à sec" bien connue de l'homme du métier. L'imprégnation peut être effectuée en une seule étape par une solution contenant l'ensemble des éléments constitutifs du catalyseur final, ou par une ou plusieurs opérations d'imprégnation par exemple avec excès de solution sur le précurseur calciné.

30 Dans le cas où le catalyseur contient du bore, une méthode préférée selon l'invention consiste à préparer une solution aqueuse d'au moins un sel de bore tel que le biborate d'ammonium ou le pentaborate d'ammonium en milieu alcalin et en présence d'eau oxygénée et à procéder à une imprégnation dite à sec, dans laquelle on remplit le volume des pores du précurseur par la solution contenant le bore.

Dans le cas où le catalyseur contient du silicium on utilisera de préférence une solution d'un composé du silicium de type silicone.

Dans le cas où le catalyseur contient du bore et du silicium, le dépôt de bore et de silicium peut aussi se faire de manière simultanée en utilisant une solution contenant un sel de bore et un composé du silicium de type silicone. Ainsi, par exemple (et dans le cas préféré où par exemple le précurseur est un catalyseur de type nickel-molybdène supporté sur un support contenant de la zéolithe et de l'alumine) il est possible d'imprégner ce précurseur par de la solution aqueuse de biborate d'ammonium et de silicone Rhodorsil E1P de la société Rhône Poulenc, de procéder à un séchage par exemple à 80°C, puis d'imprégner par une solution de fluorure d'ammonium, de procéder à un séchage par exemple à 80°C, et de procéder à une calcination par exemple et de façon préférée sous air en lit traversé, par exemple à 500°C pendant 4 heures.

Dans le cas où le catalyseur contient au moins un élément du groupe VIIA, on imprègne le mélange par au moins une solution d'au moins un élément du groupe VIIA, avant, après ou simultanément à l'imprégnation par la solution de l'élément promoteur. Il est par exemple possible d'imprégner le catalyseur par une solution de fluorure d'ammonium, de procéder à un séchage par exemple à 80°C, et de procéder à une calcination par exemple et de façon préférée sous air en lit traversé, par exemple à 500°C pendant 4 heures.

20

D'autres séquences d'imprégnation peuvent être mises en oeuvre pour obtenir le catalyseur de la présente invention.

Dans le cas où le catalyseur contient un élément du groupe VIIB déposé, on imprègne le mélange par au moins une solution d'au moins un élément du groupe VIIB, avant, après ou simultanément à l'imprégnation par la solution de l'élément promoteur.

Dans le cas où les métaux sont introduits en plusieurs imprégnations des sels précurseurs correspondants, une étape de séchage intermédiaire du catalyseur est généralement effectuée à une température généralement comprise entre 60 et 250°C et avantageusement une étape de calcination intermédiaire du catalyseur est généralement effectuée à une température comprise entre 150 et 800 °C, généralement entre 250 et 600 °C.

Généralement, afin de terminer la préparation du catalyseur, on laisse reposer le solide humide sous une atmosphère humide à une température comprise entre 10 et

80°C, puis on sèche le solide humide obtenu à une température comprise entre 60 et 150°C, et enfin on calcine le solide obtenu à une température comprise entre 150 et 800°C, généralement entre 250 et 600 °C.

5 Un catalyseur préféré de l'invention contient du bore et du silicium, et avantageusement il contient en outre du phosphore. De préférence, il contient également du nickel et du molybdène ou du cobalt et du molybdène, ou du nickel et du tungstène.

10 De façon préférée, un catalyseur NiMo ou NiMoP sur un support comprenant un mélange d'alumine et de zéolithe est imprégné par une solution aqueuse de bore puis une solution aqueuse de silicium (ou l'inverse solution de silicium puis de bore) ou est imprégnée par une solution aqueuse commune de bore et de silicium.

15 Ainsi, il est possible d'imprégner dans un premier temps la solution contenant le silicium, de sécher, de calciner et d'imprégner la solution contenant le bore de sécher et de procéder à une calcination finale.

Il est également possible d'imprégner dans un premier temps la solution contenant le
20 bore, de sécher, de calciner et d'imprégner la solution contenant le silicium de sécher et de procéder à une calcination finale.

Il est aussi possible d'imprégner dans un premier temps le précurseur avec une solution contenant du phosphore, de sécher, de calciner puis d'imprégner le solide
25 obtenu avec la solution contenant le bore, de sécher, de calciner et d'imprégner la solution contenant le silicium de sécher et de procéder à une calcination finale.

De façon plus particulière, le procédé de préparation du catalyseur de la présente invention comprend les étapes suivantes :

30

a) on prépare un mélange ci-après dénommé le précurseur, renfermant au moins les composés suivants : au moins une matrice poreuse amorphe ou mal cristallisée, au moins une zéolithe, éventuellement au moins un élément du groupe VIB, et éventuellement au moins un élément du groupe VIII, éventuellement au moins un
35 élément du groupe VIIB, éventuellement du phosphore, le tout étant de préférence mis en forme et séché,

b) on imprègne le précurseur défini à l'étape a), par une solution aqueuse contenant du bore et/ou du silicium, éventuellement du phosphore et éventuellement au moins un élément du groupe VIIA,

5

puis on sèche et on calcine pour terminer le procédé. Et avantageusement on termine le procédé de la façon suivante :

c) on laisse reposer le solide humide sous une atmosphère humide à une température comprise entre 10 et 80°C,

10

d) on sèche le solide humide obtenu à l'étape b) à une température comprise entre 60 et 150°C,

e) on calcine le solide obtenu à l'étape c) à une température comprise entre 150 et 800°C.

15

L'étape b) ci-dessus peut être réalisée selon les méthodes classiques de l'homme du métier.

20

L'étape b) nécessite de disposer d'une solution aqueuse contenant du bore et/ou du silicium et donc est différente des méthodes classiques de dépôt du B et/ou du Si connues de l'homme du métier. Une méthode préférée selon l'invention consiste à préparer une solution aqueuse d'au moins un sel de bore tel que le bionate d'ammonium ou le pentaborate d'ammonium en milieu alcalin et en présence d'eau oxygénée et d'introduire dans la solution un composé du silicium de type silicone et à procéder à une imprégnation dite à sec, dans laquelle on remplit le volume des pores du précurseur par la solution contenant le B et le Si. Cette méthode de dépôt du B et du Si est meilleure que la méthode conventionnelle employant une solution alcoolique d'acide borique ou une solution d'orthosilicate d'éthyle dans l'alcool.

25

30

L'élément hydro-désydrégénant est introduit après la calcination (par imprégnation) s'il ne l'a pas été lors de l'étape a).

Les catalyseurs obtenus par la présente invention sont mise en forme sous la forme de grains de différentes formes et dimensions. Ils sont utilisés en général sous la

35

forme d'extrudés cylindriques ou polylobés tels que bilobés, trilobés, polylobés de forme droite ou torsadée, mais peuvent éventuellement être fabriqués et employés sous la forme de poudre concassées, de tablettes, d'anneaux, de billes, de roues. Ils présentent une surface spécifique mesurée par adsorption d'azote selon la méthode
5 BET (Brunauer, Emmett, Teller, J. Am. Chem. Soc., vol. 60, 309-316 (1938)) comprise entre 50 et 600 m²/g, un volume poreux mesuré par porosimétrie au mercure compris entre 0,2 et 1,5 cm³/g et une distribution en taille de pores pouvant être monomodale, bimodale ou polymodale.

10 Les catalyseurs de la présente invention peuvent éventuellement être soumis à un traitement de sulfuration permettant de transformer, au moins en partie, les espèces métalliques en sulfure avant leur mise en contact avec la charge à traiter. Ce traitement d'activation par sulfuration est bien connu de l'homme du métier et peut être effectué par toute méthode déjà décrite dans la littérature.

15

Dans le cas des métaux non nobles, une méthode de sulfuration classique bien connue de l'homme du métier consiste à chauffer en présence d'hydrogène sulfuré à une température comprise entre 150 et 800°C, de préférence entre 250 et 600°C, généralement dans une zone réactionnelle à lit traversé.

20

Le catalyseur selon l'invention est utilisé pour la conversion des hydrocarbures, et en particulier dans un procédé de réduction du point d'écoulement tel que défini ci-après.

25

Les charges qui peuvent être traitées selon le procédé de l'invention sont avantageusement des fractions possédant des points d'écoulement relativement hauts dont on désire diminuer la valeur.

30

Le procédé selon l'invention peut être utilisé pour traiter des charges variées allant de fractions relativement légères telles que les kérosènes et carburateurs jusqu'à des charges possédant des points d'ébullition plus élevés telles que les distillats moyens, les résidus sous vide, les gazoles, les distillats moyens issus du FCC (LCO et HCO) et les résidus d'hydrocraquage.

35

La charge à traiter est dans la majeure partie des cas une coupe C₁₀⁺ de point d'ébullition initial supérieur à environ 175 °C, de préférence une coupe lourde à point d'ébullition d'au moins 280°C et avantageusement à point d'ébullition d'au moins

380°C. Le procédé selon l'invention est particulièrement adapté pour traiter des distillats paraffiniques tels que les distillats moyens qui englobent les gazoles, les kérosènes, les carburéacteurs, les distillats sous vide et toutes autres fractions dont le point d'écoulement et la viscosité doivent être adaptés pour rentrer dans le cadre des spécifications

Les charges qui peuvent être traitées selon le procédé de l'invention peuvent contenir des paraffines, des oléfines, des naphthènes, des aromatiques et aussi des hétérocycles et avec une proportion importante de n-paraffines de haut poids moléculaire et de paraffines très peu branchées également de haut poids moléculaire.

La réaction est conduite de façon à ce que le taux des réactions de craquage reste suffisamment faible pour rendre le procédé économiquement viable. Le taux des réactions de craquage est généralement inférieur à 40% poids, de préférence inférieur à 30% et avantageusement à 20%.

Des charges typiques qui peuvent être traitées avantageusement selon l'invention possèdent en général un point d'écoulement au dessus de 0°C. Les produits résultant du traitement selon le procédé ont des points d'écoulement inférieurs à 0°C et de préférence inférieurs à environ -10°C.

Ces charges possèdent généralement des teneurs en n-paraffines et en paraffines très peu branchées, à plus de 10 atomes de carbone et à haut poids moléculaire, souvent supérieures à 30 % et jusqu'à environ 90 %, voire dans certains cas supérieures à 90 % poids. Le procédé est particulièrement intéressant lorsque cette proportion est d'au moins 60 % poids.

On peut citer comme exemples d'autres charges traitables selon l'invention et à titre non limitatif, les bases pour huiles lubrifiantes, les paraffines de synthèse issues du procédé Fischer-Tropsch, les polyalphaoléfinés à haut point d'écoulement, les huiles de synthèse etc... Le procédé peut également s'appliquer à d'autres composés contenant une chaîne n-alcane tels que définis précédemment, par exemple des composés n-alkylcycloalcanes, ou comportant au moins un groupe aromatique.

Les charges décrites ci-dessus peuvent être additivées d'un ou plusieurs composés soufrés tel que à titre d'exemple non limitatif le diméthylsulfure (DMDS).

Les conditions opératoires dans lesquelles s'opère le procédé de l'invention sont les suivantes:

- la température de réaction est comprise entre 170 et 500°C et de préférence entre 180 et 470°C, avantageusement 190-450°C ;
 - la pression est comprise entre 1 et 250 bar et de préférence entre 10 et 200 bar;
 - la vitesse volumique horaire (vvh exprimée en volume de charge injectée par unité de volume de catalyseur et par heure) est comprise entre environ 0,05 et environ 100 et de préférence entre environ 0,1 et environ 30 h⁻¹.
- 5 Le contact entre la charge et le catalyseur est réalisé en présence d'hydrogène. Le taux d'hydrogène utilisé et exprimé en litres d'hydrogène par litre de charge est compris entre 50 et environ 2000 litres d'hydrogène par litre de charge et de préférence entre 100 et 1500 litres d'hydrogène par litre de charge.
- 10 La charge à traiter possède de préférence une teneur en composés azotés inférieure à environ 200 ppm poids et de préférence inférieure à 100 ppm poids. La teneur en soufre est inférieure à 1000 ppm poids, de préférence inférieure à 500 ppm et de manière encore plus préférée inférieure à 200 ppm poids. La teneur en métaux de la charge, tels que Ni ou V, est extrêmement réduite, c'est-à-dire inférieure à 50 ppm
- 15 poids, de manière préférée inférieure à 10 ppm poids et de manière encore plus préférée inférieure à 2 ppm poids.

Ledit procédé selon l'invention permet d'obtenir avantageusement des composés essentiellement monobranchés, dibranchés et multibranchés et souvent avec des

20 groupes méthyles.

Les exemples qui suivent illustrent l'invention sans toutefois en limiter la portée.

Exemple 1 : Préparation d'un support contenant une zéolithe NU-10 de type

25 structural TON

Un support de catalyseur d'amélioration du point d'écoulement contenant une zéolithe NU-10 de type structural TON a été fabriqué en grande quantité de façon à

pouvoir préparer différents catalyseurs à base du même support. Pour cela on utilise 45,2 % poids d'une zéolithe NU-10 possédant un rapport Si/Al global (mesuré par fluorescence X) de 30,2 et un rapport atomique mesuré par adsorption atomique de Na/Al=0,005, que l'on mélange à 54,8 % poids d'une matrice composée de boehmite tabulaire ultrafine ou gel d'alumine commercialisée sous le nom SB3 par la société Condéa Chemie GmbH. Ce mélange de poudre a été ensuite mélangé à une solution aqueuse contenant de l'acide nitrique à 66% (7% poids d'acide par gramme de gel sec) puis malaxé pendant 15 minutes. A l'issue de ce malaxage, la pâte obtenue est passée à travers une filière ayant des orifices cylindriques de diamètre égal à 1,4 mm. Les extrudés sont ensuite séchés pendant une nuit à 120°C puis calcinés à 550°C pendant 2 heures sous air humide contenant 7,5% volume d'eau. On obtient ainsi des extrudés cylindriques de 1,2 mm de diamètre, ayant une surface spécifique de 215 m²/g, un volume poreux de 0,62 cm³/g et une distribution en taille de pore monomodale centrée sur 10 nm. L'analyse de la matrice par la diffraction des rayons X révèle que celle ci est composée d'alumine gamma cubique de faible cristallinité et de zéolithe NU-10 de type structural TON. Ce support est dénommé C1.

Exemple 2 : Préparation de catalyseurs pour l'amélioration du point d'écoulement contenant une zéolithe NU-10

Les extrudés obtenus dans l'exemple 1 sont imprégnés par une solution aqueuse renfermant du diborate d'ammonium de manière à déposer environ 1,6% poids de B₂O₃. Après maturation à température ambiante dans une atmosphère saturée en eau, les extrudés imprégnés sont séchés pendant une nuit à 120°C puis calcinés à 550°C sous air sec. On obtient un support dopé au silicium nommé C1B. Un autre support C1Si a été obtenu par la même procédure que le support dopé C1B mais en remplaçant dans la solution d'imprégnation le précurseur de bore par l'émulsion de silicone Rhodorsil EP1 de manière à déposer 2% poids de SiO₂. Enfin, un support C1BSi a été obtenu par la même procédure que les catalyseurs ci-dessus mais en utilisant une solution aqueuse renfermant le diborate d'ammonium et l'émulsion de silicone Rhodorsil EP1 et les mêmes conditions opératoires. On prépare aussi un autre support dopé en ajoutant du fluor par imprégnation à sec d'une solution d'acide fluorhydrique diluée de manière à déposer environ 1% poids de fluor sur le support C1BSi. Après séchage pendant une nuit à 120°C et calcination à 550°C pendant 2 heures sous air sec on obtient le support dopé C1BSiF

- Les supports précédemment préparés C1, C1B, C1Si, C1BSi et C1BiSF sont en
 ensuite imprégnés à sec par une solution de chlorure de platine tétramine
 [Pt(NH₃)₄]Cl₂, puis de nouveau calcinés sous air à 550°C. La teneur finale en platine
 des catalyseurs finaux, dénommés Pt-C1, Pt-C1B, Pt-C1Si, Pt-C1BSi et Pt-C1BiSF,
 5 ainsi obtenus est d'environ 0,6% poids par rapport à l'ensemble du catalyseur.
 Les compositions des catalyseurs ainsi préparés sont indiquées dans le tableau 1.

10

Tableau 1 : Caractéristiques des catalyseurs Pt-C1

Catalyseur	Pt-C1	Pt-C1B	Pt-C1Si	Pt-C1BSi	Pt-C1BsiF
B ₂ O ₃ (% pds)	0	1,5	0	1,6	1,4
SiO ₂ (% pds) global	43,5	42,8	44,4	43,7	43,3
F (% pds)	0	0	0	0	0,95
Pt (% poids)	0,66	0,68	0,67	0,69	0,69
Complément à 100% composé majoritairement de Al ₂ O ₃ (% pds)	55,84	55,02	54,93	54,01	53,66

Exemple 3 : Comparaison des catalyseurs en amélioration du point d'écoulement
 d'un résidu d'hydrocraquage

- 15 Le catalyseur a été évalué sur un résidu d'hydrocraquage issu d'un distillat sous vide
 pour préparer une huile de base.

Les caractéristiques de la charge utilisée sont reportées ci-après :

Teneur en soufre (ppm poids)	21
Teneur en azote (ppm poids)	3
Point d'écoulement (°C)	+ 38
Point initial	321
10%	385
50%	449
90%	531
Point final	556

20

Le catalyseur est préalablement réduit sous hydrogène à 450°C avant le test catalytique in situ dans le réacteur. Cette réduction s'effectue par paliers. Elle consiste en un palier à 150°C de 2 heures, puis une montée en température jusqu'à 450°C à la vitesse de 1°C/min, puis un palier de 2 heures à 450°C. Durant ce protocole de réduction, le débit d'hydrogène est de 1000 litres d'H₂ par litre de catalyseur.

Les conditions opératoires dans lesquelles sont réalisées les tests catalytiques sont les suivantes, une pression totale de 12 MPa, une vitesse volumique horaire 1,2 h⁻¹ et un débit d'hydrogène de 1000 litres d'H₂ par litre de charge. Les températures de réaction pour obtenir 40% de conversion nette en composés 380⁺ sont reportées dans le tableau 2.

La conversion nette est exprimée comme suit :

Conversion nette = (% poids de 380⁺ dans les effluents - % poids de 380⁺ dans la charge) / (% poids de 380⁺ dans la charge)

Tableau 2 : Température de conversion pour obtenir 40% de conversion nette

	Pt-C1	Pt-C1B	Pt-C1Si	Pt-C1BSi	Pt-C1BSiF
T°C	380	378	377	374	371

Le tableau 2 met en évidence que les catalyseurs selon l'invention Pt-C1B, Pt-C1Si, Pt-C1BSi et Pt-C1BSiF sont plus actifs que le catalyseur non dopé Pt-C1.

Dans le tableau 3 figurent les rendements en huiles de base pour un point d'écoulement de -15°C.

25

Tableau 3 : Rendement en huile (% poids) pour un point d'écoulement de -15°C

	Pt-C1	Pt-C1B	Pt-C1Si	Pt-C1BSi	Pt-C1BSiF
Rendement huile (%poids)	82	83	84	87	88

Le tableau 3 met en évidence que les catalyseurs selon l'invention Pt-C1B, Pt-C1Si, Pt-C1BSi et Pt-C1BSiF conduisent à des rendements en huile supérieur au catalyseur non dopé Pt-C1.

30

Exemple 4 : Préparation d'un support contenant une zéolithe ZSM-23 de type structural MTT

Un support de catalyseur d'amélioration du point d'écoulement contenant une zéolithe ZSM-23 de type structural MTT a été fabriqué en grande quantité de façon à pouvoir préparer différents catalyseurs à base du même support. Pour cela on utilise 40,2 % poids d'une zéolithe ZSM-23 possédant un rapport Si/Al global (mesuré par fluorescence X) de 35,2 et un rapport atomique mesuré par adsorption atomique de Na/Al=0,004, que l'on mélange à 59,8 % poids d'une matrice composée de boehmite tabulaire ultrafine ou gel d'alumine commercialisée sous le nom SB3 par la société Condéa Chemie GmbH. Ce mélange de poudre a été ensuite mélangé à une solution aqueuse contenant de l'acide nitrique à 66% (7% poids d'acide par gramme de gel sec) puis malaxé pendant 15 minutes. A l'issue de ce malaxage, la pâte obtenue est passée à travers une filière ayant des orifices cylindriques de diamètre égal à 1,4 mm. Les extrudés sont ensuite séchés pendant une nuit à 120°C puis calcinés à 550°C pendant 2 heures sous air humide contenant 7,5% volume d'eau. On obtient ainsi des extrudés cylindriques de 1,2 mm de diamètre, ayant une surface spécifique de 290 m²/g et une distribution en taille de pore monomodale centrée sur 11 nm. L'analyse de la matrice par la diffraction des rayons X révèle que celle ci est composée d'alumine gamma cubique de faible cristallinité et de zéolithe ZSM-23 de type structural MTT. Ce support est dénommé C2.

Exemple 5 : Préparation de catalyseurs pour l'amélioration du point d'écoulement contenant une zéolithe ZSM-23

Les extrudés obtenus dans l'exemple 4 sont imprégnés par une solution aqueuse renfermant du biborate d'ammonium. Après maturation à température ambiante dans une atmosphère saturée en eau, les extrudés imprégnés sont séchés pendant une nuit à 120°C puis calcinés à 550°C sous air sec. On obtient un support dopé au silicium nommé C2B. Un autre support C2Si a été obtenu par la même procédure que le support dopé C2B mais en remplaçant dans la solution d'imprégnation le précurseur de bore par l'émulsion de silicone Rhodorsil EP1. Enfin, un support C2BSi a été obtenu par la même procédure que les catalyseurs ci-dessus mais en utilisant une solution aqueuse renfermant le biborate d'ammonium et l'émulsion de silicone Rhodorsil EP1 et les mêmes conditions opératoires. On prépare aussi un autre support dopé en ajoutant du fluor par imprégnation à sec d'une solution d'acide

fluorhydrique diluée de manière à déposer environ 1% poids de fluor sur le support C2BSi. Après séchage pendant une nuit à 120°C et calcination à 550°C pendant 2 heures sous air sec on obtient le support dopé C2BSiF.

Les supports précédemment préparés C2, C2B, C2Si, C2BSi et C2BSiF sont en
5 ensuite imprégnés à sec par une solution de chlorure de platine tétramine [Pt(NH₃)₄]Cl₂, puis de nouveau calcinés sous air à 550°C. La teneur finale en platine des catalyseurs finaux, dénommés Pt-C2, Pt-C2B, Pt-C2Si, Pt-C2BSi et Pt-C2BSiF, ainsi obtenus est d'environ 0,6% poids par rapport à l'ensemble du catalyseur.

Les compositions des catalyseurs ainsi préparés sont indiquées dans le tableau 4.

10

Tableau 4 : Caractéristiques des catalyseurs Pt-C2

Catalyseur	Pt-C2	Pt-C2B	Pt-C2Si	Pt-C2BSi	Pt-C2BSiF
B ₂ O ₃ (% pds)	0	1,8	0	1,3	1,7
SiO ₂ (% pds) global	38,8	38,1	39,7	39,2	38,8
F (% pds)	0	0	0	0	0,92
Pt (% poids)	0,70	0,66	0,68	0,65	0,67
Complément à 100% composé majoritairement de Al ₂ O ₃ (% pds)	60,5	59,44	59,62	58,85	57,91

Exemple 5 : Comparaison des catalyseurs en amélioration du point d'écoulement d'un résidu d'hydrocraquage

15

Le catalyseur a été évalué sur un résidu d'hydrocraquage issu d'un distillat sous vide pour préparer une huile de base.

La charge utilisée est celle décrite dans l'exemple 3

20

Le catalyseur est préalablement réduit sous hydrogène à 450°C avant le test catalytique in situ dans le réacteur. Cette réduction s'effectue par paliers. Elle consiste en un palier à 150°C de 2 heures, puis une montée en température jusqu'à 450°C à la vitesse de 1°C/min, puis un palier de 2 heures à 450°C. Durant ce protocole de
25 réduction, le débit d'hydrogène est de 1000 litres d'H₂ par litre de catalyseur.

Les conditions opératoires dans lesquelles sont réalisées les tests catalytiques sont les suivantes, une pression totale de 12 MPa, une vitesse volumique horaire $1,2 \text{ h}^{-1}$ et un débit d'hydrogène de 1000 litres d' H_2 par litre de charge. Les températures de réaction pour obtenir 40% de conversion nette en composés 380° sont reportées dans le tableau 5.

La conversion nette est définie comme dans l'exemple 3.

Tableau 5 : Température de conversion pour obtenir 40% de conversion nette

	Pt-C2	Pt-C2B	Pt-C2Si	Pt-C2BSi	Pt-C2BSiF
T°C	376	375	374	371	369

Le tableau 5 met en évidence que les catalyseurs selon l'invention Pt-C1B, Pt-C1Si, Pt-C1BSi et Pt-C1BSiF sont plus actifs que le catalyseur non dopé Pt-C1.

Dans le tableau 6 figurent les rendements en huiles de base pour un point d'écoulement de -15°C .

15

Tableau 6 : Rendement en huile (% poids) pour un point d'écoulement de -15°C

	Pt-C2	Pt-C2B	Pt-C2Si	Pt-C2BSi	Pt-C2BSiF
Rendement huile (%poids)	80	82	83	85	87

Le tableau 6 met en évidence que les catalyseurs selon l'invention Pt-C2B, Pt-C2Si, Pt-C2BSi et Pt-C2BSiF conduisent à des rendements en huile supérieur au catalyseur non dopé Pt-C2.

20

Exemple 6 : Préparation d'un support contenant une zéolithe ferrierite de type structural FER

Un support de catalyseur d'amélioration du point d'écoulement contenant une zéolithe ferrierite de type structural a été fabriqué en grande quantité de façon à pouvoir préparer différents catalyseurs à base du même support. Pour cela on utilise 49,6 % poids d'une zéolithe ferrierite possédant un rapport Si/Al global (mesuré par fluorescence X) de 9,9 et un rapport atomique mesuré par adsorption atomique de $\text{Na}/\text{Al}=0,006$, que l'on mélange à 50,4 % poids d'une matrice composée de boehmite tabulaire ultrafine ou gel d'alumine commercialisée sous le nom SB3 par la société

30

Condéa Chemie GmbH. Ce mélange de poudre a été ensuite mélangé à une solution aqueuse contenant de l'acide nitrique à 66% (7% poids d'acide par gramme de gel sec) puis malaxé pendant 15 minutes. A l'issue de ce malaxage, la pâte obtenue est passée à travers une filière ayant des orifices cylindriques de diamètre égal à 1,4 mm. Les extrudés sont ensuite séchés pendant une nuit à 120°C puis calcinés à 550°C pendant 2 heures sous air humide contenant 7,5% volume d'eau. On obtient ainsi des extrudés cylindriques de 1,2 mm de diamètre, ayant une surface spécifique de 220 m²/g, un volume poreux de 0,4 cm³/g et une distribution en taille de pore monomodale centrée sur 10 nm. L'analyse de la matrice par la diffraction des rayons X révèle que celle-ci est composée d'alumine gamma cubique de faible cristallinité et de zéolithe ferrierite de type structural FER. Ce support est dénommé C3.

Exemple 7 : Préparation de catalyseurs pour l'amélioration du point d'écoulement contenant une zéolithe ferrierite

Les extrudés obtenus dans l'exemple 6 sont imprégnés par une solution aqueuse renfermant du biborate d'ammonium. Après maturation à température ambiante dans une atmosphère saturée en eau, les extrudés imprégnés sont séchés pendant une nuit à 120°C puis calcinés à 550°C sous air sec. On obtient un support dopé au silicium nommé C3B. Un autre support C3Si a été obtenu par la même procédure que le support dopé C3B mais en remplaçant dans la solution d'imprégnation le précurseur de bore par l'émulsion de silicone Rhodorsil EP1. Enfin, un support C3BSi a été obtenu par la même procédure que les catalyseurs ci-dessus mais en utilisant une solution aqueuse renfermant le biborate d'ammonium et l'émulsion de silicone Rhodorsil EP1 et les mêmes conditions opératoires. On prépare aussi un autre support dopé en ajoutant du fluor par imprégnation à sec d'une solution d'acide fluorhydrique diluée de manière à déposer environ 1% poids de fluor sur le support C3BSi. Après séchage pendant une nuit à 120°C et calcination à 550°C pendant 2 heures sous air sec on obtient le support dopé C3BSiF

Les supports précédemment préparés C3, C3B, C3Si, C3BSi et C3BiSF sont en suite imprégnés à sec par une solution de chlorure de platine tétrammine [Pt(NH₃)₄]Cl₂, puis de nouveau calcinés sous air à 550°C. La teneur finale en platine des catalyseurs finaux, dénommés Pt-C3, Pt-C3B, Pt-C3Si, Pt-C3BSi et Pt-C3BiSF, ainsi obtenus est d'environ 0,6% poids par rapport à l'ensemble du catalyseur.

Les compositions des catalyseurs ainsi préparés sont indiquées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Caractéristiques des catalyseurs Pt-C3

Catalyseur	Pt-C3	Pt-C3B	Pt-C3Si	Pt-C3BSi	Pt-C3BSiF
B ₂ O ₃ (% pds)	0	1,5	0	1,6	1,5
SiO ₂ (% pds) global	44,8	44,1	45,7	45,0	44,5
F (% pds)	0	0	0	0	0,93
Pt (% poids)	0,65	0,68	0,69	0,63	0,71
Complément à 100% composé majoritairement de Al ₂ O ₃ (% pds)	54,55	53,72	53,61	52,77	52,36

5

Exemple 8 : Comparaison des catalyseurs en amélioration du point d'écoulement d'un résidu d'hydrocraquage

10 Le catalyseur a été évalué sur un résidu d'hydrocraquage issu d'un distillat sous vide pour préparer une huile de base.

La charge utilisée est celle décrite dans l'exemple 3

15 Le catalyseur est préalablement réduit sous hydrogène à 450°C avant le test catalytique in situ dans le réacteur. Cette réduction s'effectue par paliers. Elle consiste en un palier à 150°C de 2 heures, puis une montée en température jusqu'à 450°C à la vitesse de 1°C/min, puis un palier de 2 heures à 450°C. Durant ce protocole de réduction, le débit d'hydrogène est de 1000 litres d'H₂ par litre de catalyseur.

20 Les conditions opératoires dans lesquelles sont réalisées les tests catalytiques sont les suivantes, une pression totale de 12 MPa, une vitesse volumique horaire 1,2 h⁻¹ et un débit d'hydrogène de 1000 litres d'H₂ par litre de charge. Les températures de réaction pour obtenir 40% de conversion nette en composés 380° sont reportées dans le tableau 8.

25

La conversion nette est définie comme dans l'exemple 3.

Tableau 8 : Température de conversion pour obtenir 40% de conversion nette

	Pt-C3	Pt-C3B	Pt-C3Si	Pt-C3BSi	Pt-C3BSiF
T°C	350	347	344	344	341

Le tableau 8 met en évidence que les catalyseurs selon l'invention Pt-C3B, Pt-C3Si, Pt-C3BSi et Pt-C3BSiF sont plus actifs que le catalyseur non dopé Pt-C3.

5

Dans le tableau 9 figurent les rendements en huiles de base pour un point d'écoulement de -15°C.

Tableau 9 : Rendement en huile (% poids) pour un point d'écoulement de -15°C

	Pt-C3	Pt-C3B	Pt-C3Si	Pt-C3BSi	Pt-C3BSiF
Rendement huile (%poids)	67	67,5	68	71	72

10

Le tableau 9 en évidence que les catalyseurs selon l'invention Pt-C3, Pt-C3Si, Pt-C3BSi et Pt-C3BSiF conduisent à des rendements en huile supérieurs au catalyseur non dopé Pt-C3.

15

REVENDEICATIONS

1. Catalyseur renfermant au moins une matrice, au moins une zéolithe choisie dans le groupe formé par les zéolithes de type structural MTT, TON, FER, au moins un
5 élément hydro-déshydrogénant, au moins un élément promoteur déposé choisi dans le groupe formé par le bore, le silicium et le phosphore.
2. Catalyseur selon la revendication 1 contenant également au moins un élément du
10 groupe VIIA.
3. Catalyseur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élément hydro-déshydrogénant est choisi parmi les éléments des groupes VIII et VIB.
4. Catalyseur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élément
15 promoteur est du bore et/ou du silicium.
5. Catalyseur selon la revendication 4 contenant en outre du phosphore.
6. Catalyseur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la zéolithe est
20 choisie dans le groupe formé par les zéolithes NU-10, EU-13 et NU-23.
7. Catalyseur selon l'une des revendications précédentes contenant également au moins un élément du groupe VIIB.
- 25 8. Procédé pour la conversion des hydrocarbures avec un catalyseur selon l'une des revendications précédentes.
9. Procédé selon la revendication 8 pour la réduction du point d'écoulement de charges hydrocarbonées, procédé opérant à 170-500°C, 1-250 bar, et une vitesse
30 volumique horaire de 0,05-100h⁻¹, en présence d'hydrogène à raison de 50-2000 l/l de charge.

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 557908
FR 9806005

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
E	FR 2 760 385 A (I. F. P.) 11 septembre 1998 EN PARTICULIER PAGE 6, LIGNE 35 À PAGE 8, LIGNE 19 ---	1,3,6,8
X	US 5 173 461 A (R. P. ABSIL ET AL.) 22 décembre 1992 EN PARTICULIER COLONNE 4 ET COLONNE 8, LIGNES 25-56 ---	1,3-5
X	US 4 380 685 A (CHIN-CHIUN CHU) 19 avril 1983 * colonne 11, ligne 60 - colonne 12, ligne 27; revendication 5 * ---	1,3
X	US 4 585 748 A (KAZUSHI USUI ET AL.) 29 avril 1986 * colonne 4, ligne 11 - colonne 6, ligne 39 * ---	1,3,4,8
A	EP 0 372 632 A (SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAAPIJ B.V.) 13 juin 1990 * page 3, ligne 40-57 * ---	1,2
A	US 5 525 209 A (A. BILLON ET AL.) 11 juin 1996 * colonne 2, ligne 56 - colonne 3, ligne 19 * ---	7
E	FR 2 758 278 A (I. F. P.) 17 juillet 1998 * page 14, ligne 11 - page 22, ligne 6 * -----	1-6,8,9
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
28 janvier 1999		Devisme, F
<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 : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>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</p>		

2
EPO FORM 1503 03.82 (P4/C13)

DOMAINES TECHNIQUES
RECHERCHES (Int.CL.6)
B01J
C10G