



Office de la Propriété
Intellectuelle
du Canada

Un organisme
d'Industrie Canada

Canadian
Intellectual Property
Office

An agency of
Industry Canada

CA 2212579 C 2006/10/17

(11)(21) 2 212 579

(12) BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT

(13) C

(22) Date de dépôt/Filing Date: 1997/08/22

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 1998/02/23

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2006/10/17

(30) Priorité/Priority: 1996/08/23 (FR96 10 507)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *C01B 39/46* (2006.01),
B01J 29/04 (2006.01), *B01D 53/86* (2006.01),
B01J 29/70 (2006.01), *C01B 39/08* (2006.01),
C01B 39/48 (2006.01), *C07C 15/02* (2006.01),
C07C 2/12 (2006.01), *C07C 2/66* (2006.01),
C07C 41/06 (2006.01), *C07C 43/04* (2006.01),
C07C 5/02 (2006.01), ...

(72) Inventeurs/Inventors:

CASCI, JOHN LEONELLO, GB;
BENAZZI, ERIC, FR;
ROULEAU, LOIC, FR;
MABERLY, SHEENA, GB;
HENNEY, ROLAND PATRICK GRAHAM, GB

(73) Propriétaire/Owner:

(54) Titre : ZEOLITHE NU-88, SON PROCEDE DE PREPARATION ET SES APPLICATIONS CATALYTIQUES

(54) Title: NU-88 ZEOLITE, PROCESS FOR ITS PREPARATION AND ITS CATALYTIC APPLICATIONS

(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne la zéolithe NU-88 caractérisée par : -i) une composition chimique exprimée sur une base anhydre, en termes de rapports molaires d'oxydes, par la formule $100 \text{ XO}_2, m \text{ Y}_2\text{O}_3, p \text{ R}_{2/n} \text{ O}$, où m est égal ou inférieur à 10, p est égal ou inférieur à 20, R représente un ou plusieurs cations de valence n , X représente du silicium et/ou du germanium, Y représente un ou plusieurs des éléments suivants : l'aluminium, le fer, le gallium, le bore, le titane, le vanadium, le zirconium, le molybdène, l'arsenic, l'antimoine, le chrome et le manganèse, et -ii) le fait qu'elle présente, sous forme brute de synthèse, un diagramme de diffraction X comportant les résultats présentés dans le tableau 1 de la description. L'invention concerne aussi la préparation de ladite zéolithe, tout catalyseur comprenant ladite zéolithe ainsi que tout procédé catalytique utilisant un tel catalyseur.

(51) Cl.Int./Int.Cl. (suite/continued) *C07C 5/13*(2006.01), *C07C 5/22*(2006.01), *C07C 5/27*(2006.01),
C07C 5/32(2006.01), *C07C 5/41*(2006.01), *C07C 6/12*(2006.01), *C10G 11/05*(2006.01), *C10G 35/095*(2006.01),
C10G 45/64(2006.01)

(73) Propriétaires(suite)/Owners(continued):INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, FR

(74) Agent: ROBIC

PRECIS DE DIVULGATION

L'invention concerne la zéolithe NU-88 caractérisée par :

- i) une composition chimique exprimée sur une base anhydre, en termes de rapports molaires d'oxydes, par la formule :
 $100 \text{XO}_2, m \text{Y}_2\text{O}_3, p \text{R}_{2/n}\text{O}$,
où m est égal ou inférieur à 10,
p est égal ou inférieur à 20,
R représente un ou plusieurs cations de valence n,
X représente du silicium et/ou du germanium,
Y représente un ou plusieurs des éléments suivants : l'aluminium, le fer, le gallium, le bore, le titane, le vanadium, le zirconium, le molybdène, l'arsenic, l'antimoine, le chrome et le manganèse, et
- ii) le fait qu'elle présente, sous forme brute de synthèse, un diagramme de diffraction X comportant les résultats présentés dans le tableau 1 de la description

L'invention concerne aussi la préparation de ladite zéolithe, tout catalyseur comprenant ladite zéolithe ainsi que tout procédé catalytique utilisant un tel catalyseur.

Figure 1 à publier.

**ZEOLITHE NU-88, SON PROCÉDÉ DE PRÉPARATION ET
SES APPLICATIONS CATALYTIQUES**

La présente invention concerne une nouvelle zéolithe appelée ci-après zéolithe NU-88, son procédé de préparation, tout catalyseur comprenant ladite zéolithe et tout procédé catalytique utilisant ledit catalyseur.

10 Ainsi, selon la présente invention, la zéolithe NU-88 est caractérisée par :

- i) une composition chimique exprimée sur une base anhydre, en termes de rapports molaires d'oxydes, par la formule :

$100 \text{XO}_2, m \text{Y}_2\text{O}_3, p \text{R}_{2/n}\text{O}$,

où m est égal ou inférieur à 10,

p est égal ou inférieur à 20,

R représente un ou plusieurs cations de valence n ,

X est le silicium et/ou le germanium, de préférence le silicium,

20 Y est choisi dans le groupe formé par les éléments suivants : l'aluminium, le fer, le gallium, le bore, le titane, le vanadium, le zirconium, le molybdène, l'arsenic, l'antimoine, le chrome et le manganèse, de préférence Y est l'aluminium, et

- ii) le fait qu'elle présente, sous forme brute de synthèse, un diagramme de diffraction X comportant les résultats présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Tableau de diffraction des rayons X de la zéolithe NU-88
(brute de synthèse)

$d_{hkl} (10^{-10}m)$	I/I_{max}
12,1 \pm 0,35	F ou TF (1)
11,0 \pm 0,30	F (1)
9,88 \pm 0,25	m (1)
6,17 \pm 0,15	f
3,97 \pm 0,09	TF (2)
3,90 \pm 0,08	TF (2)
3,80 \pm 0,08	f (2)
3,66 \pm 0,07	tf
3,52 \pm 0,07	tf
3,27 \pm 0,07	tf
3,09 \pm 0,06	f
2,91 \pm 0,06	f
2,68 \pm 0,06	tf
2,49 \pm 0,05	tf
2,20 \pm 0,05	tf
2,059 \pm 0,05	f
1,729 \pm 0,04	tf

- 5 (1) Ces pics ne sont pas résolus et font partie d'un même massif.
 (2) Ces pics ne sont pas résolus et font partie du même massif.

10 L'invention concerne aussi la zéolithe NU-88 sous forme hydrogène, désignée par H-NU-88, produite par calcination et/ou échange d'ion comme décrit ci-après. La zéolithe H-NU-88 a un diagramme de diffraction X comportant les résultats présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Tableau de diffraction des rayons X de la zéolithe NU-88
(forme hydrogène)

$d_{hkl} (10^{-10} m)$	I/I_{max}
12,1 \pm 0,35	TF(1)
11,0 \pm 0,30	F ou TF (1)
9,92 \pm 0,25	f ou m (1)
8,83 \pm 0,20	tf
6,17 \pm 0,15	f
3,99 \pm 0,10	F ou TF (2)
3,91 \pm 0,08	TF (2)
3,79 \pm 0,08	f ou m (2)
3,67 \pm 0,07	tf
3,52 \pm 0,07	tf
3,09 \pm 0,06	f
2,90 \pm 0,06	f
2,48 \pm 0,05	f
2,065 \pm 0,05	f
1,885 \pm 0,04	tf
1,733 \pm 0,04	tf

- 5 (1) Ces pics ne sont pas résolus et font partie d'un même massif.
 (2) Ces pics ne sont pas résolus et font partie du même massif.

Ces diagrammes sont obtenus à l'aide d'un diffractomètre en utilisant la méthode classique des poudres avec le rayonnement $K\alpha$ du cuivre Cu K alpha. A partir de la 10 position des pics de diffraction représentée par l'angle 2θ , on calcule, par la relation de Bragg, les équidistances réticulaires d_{hkl} caractéristiques de l'échantillon. Le calcul de l'intensité se fait sur la base d'une échelle d'intensité relative sur laquelle on attribue une valeur de 100 à la raie présentant l'intensité la plus forte sur le diagramme de diffraction X, et alors :

15

très faible (tf) signifie inférieure à 10,
 faible (f) signifie inférieure à 20,
 moyenne (m) signifie comprise entre 20 et 40,

forte (F) signifie comprise entre 40 et 60,
très forte (TF) signifie supérieure à 60.

Les diffractogrammes X à partir desquels ces données ont été obtenues (espacement d et intensités relatives) sont caractérisés par de larges réflexions avec de nombreux pics formant des épaulements sur d'autres pics d'intensité supérieure. Il peut arriver que certains épaulements, ou tous les épaulements, ne soient pas résolus. Ceci peut se produire pour des échantillons faiblement cristallins ou des échantillons au sein desquels les cristaux sont suffisamment petits pour donner un élargissement significatif des rayons X. Cela peut également être le cas lorsque l'équipement ou les conditions mis en oeuvre pour obtenir le diagramme diffèrent de ceux utilisés ici.

On estime que la zéolithe Nu-88 possède une nouvelle structure de base ou topologie qui est caractérisée par son diagramme de diffraction X. La zéolithe NU-88 sous sa "forme brute de synthèse" possède sensiblement les caractéristiques obtenues par diffraction X, présentées dans le tableau 1, et se distingue ainsi des zéolithes connues. L'objet de l'invention comprend aussi toute zéolithe de même type structural que celui de la zéolithe Nu-88.

Les tableaux 1 et 2 et les diffractogrammes des figures 1 et 2 sont relativement peu habituels pour des structures zéolithiques. Par conséquent, ces données semblent indiquer que la zéolithe NU-88 présente une structure à défaut.

Dans le cadre de la définition de la composition chimique donnée ci-dessus, m est généralement compris entre 0,1 et 10, de préférence entre 0,2 et 9, et de façon encore plus préférée entre 0,6 et 8 ; il apparaît que la zéolithe NU-88 s'obtient généralement le plus aisément sous une forme très pure lorsque m est compris entre 0,6 et 8.

Cette définition englobe également la zéolithe NU-88 sous sa "forme brute de synthèse", ainsi que des formes obtenues par déshydratation et/ou calcination et/ou échange d'ions. L'expression "sous sa forme brute de synthèse" désigne le produit obtenu par synthèse et par lavage avec ou sans séchage ou déshydratation. Sous sa "forme brute de synthèse", la zéolithe NU-88 peut comporter un cation de métal M, qui est un alcalin, notamment du sodium, et/ou de l'ammonium, et elle peut comporter des cations organiques azotés tels que ceux décrits ci-après ou leurs produits de

décomposition, ou encore leurs précurseurs. Ces cations organiques azotés sont désignés ici par la lettre Q, qui inclut aussi les produits de décomposition et les précurseurs desdits cations organiques azotés.

5 Ainsi, la zéolithe Nu-88, sous sa forme "brute de synthèse" (non calcinée), est caractérisée par :

i) une composition chimique exprimée sur une base anhydre, en termes de rapports molaires d'oxydes :

10

100 XO_2 : inférieur ou égal à 10 Y_2O_3 : inférieur ou égal à 10 Q : inférieur ou égal à 10 M_2O ,

où X est le silicium et/ou le germanium,

15

Y est choisi dans le groupe formé par les éléments suivants : l'aluminium, le fer, le gallium, le bore, le titane, le vanadium, le zirconium, le molybdène, l'arsenic, l'antimoine, le chrome et le manganèse,

M est au moins un cation de métal alcalin (groupe IA de la Classification Périodique des Eléments) et/ou l'ammonium, et

Q est au moins un cation organique azoté ou un précurseur de cation organique azoté ou un produit de décomposition de cation organique azoté.

ii) le fait qu'elle présente, sous forme brute de synthèse, un diagramme de diffraction X comportant les résultats présentés dans le tableau 1

25 Les compositions indiquées ci-dessus pour la zéolithe NU-88 sont données sur une base anhydre, bien que la zéolithe NU-88 sous sa "forme brute de synthèse" et les formes activées de la zéolithe NU-88, c'est-à-dire résultant d'une calcination et/ou d'un échange d'ions, puissent contenir de l'eau. La teneur molaire en H_2O de telles formes, y compris la zéolithe NU-88 sous sa "forme brute de synthèse", varie selon 30 les conditions dans lesquelles elles ont été préparées et conservées après synthèse ou activation. Les quantités molaires d'eau contenue dans ces formes sont typiquement comprises entre 0 et 100 % XO_2 .

35 Les formes calcinées de la zéolithe NU-88 ne contiennent pas de composé organique azoté, ou en quantité moindre que la "forme brute de synthèse", dans la mesure où la substance organique est éliminée en majeure partie, généralement par un traitement

thermique consistant à brûler la substance organique en présence d'air, l'ion hydrogène (H^+) formant alors l'autre cation.

Ainsi la zéolithe Nu-88, sous sa forme hydrogène, est caractérisée par :

5

- i) une composition chimique suivante exprimée sur une base anhydre, en termes de rapports molaires d'oxydes :

100 XO_2 : inférieur ou égal à 10 Y_2O_3 : inférieur ou égal à 10 M_2O ,

10

où X est le silicium et/ou le germanium,

Y est choisi dans le groupe formé par les éléments suivants : l'aluminium, le fer, le gallium, le bore, le titane, le vanadium, le zirconium, le molybdène, l'arsenic, l'antimoine, le chrome et le manganèse, et

15 M est au moins un cation de métal alcalin (groupe IA de la Classification Périodique des Eléments) et/ou l'ammonium et/ou l'hydrogène,

- ii) le fait qu'elle présente, sous forme brute de synthèse, un diagramme de diffraction X comportant les résultats présentés dans le tableau 2.

20

Parmi les formes de zéolithe NU-88 obtenues par échange d'ions, la forme ammonium (NH_4^+) est importante car elle peut être facilement convertie sous la forme hydrogène par calcination. La forme hydrogène et les formes contenant des métaux introduits par échange d'ions sont décrites ci-dessous. Dans certains cas, le 25 fait de soumettre la zéolithe selon l'invention à l'action d'un acide peut donner lieu à l'élimination partielle ou totale d'un élément de base tel que l'aluminium, ainsi que la génération de forme hydrogène. Ceci peut constituer un moyen de modifier la composition de la substance de la zéolithe après qu'elle a été synthétisée.

30 L'invention permet également d'obtenir la zéolithe NU-88 sous forme hydrogène, appelée H-NU-88, produite par calcination et par échange d'ions comme décrit ci-après.

35 Un des objets de l'invention est donc la zéolithe Nu-88 au moins en partie sous forme H^+ (telle que définie ci-dessus) ou NH_4^+ ou métallique, ledit métal étant choisi dans le groupe formé par les groupes IA, IB, IIA, IIB, IIIA, IIIB (y compris les terres rares), VIII,

Sn, Pb et Si, de préférence au moins en partie sous forme H⁺ ou au moins en partie sous forme métallique. Une telle zéolithe présente généralement un diagramme de diffraction X comportant les résultats présentés dans le tableau 1.

5 L'invention concerne également une méthode de préparation de la zéolithe NU-88 dans laquelle on fait réagir un mélange aqueux comportant au moins une source d'au moins un oxyde XO₂, au moins une source d'au moins un oxyde Y₂O₃, éventuellement au moins une source d'au moins un oxyde M₂O et au moins un cation organique Q azoté, ou un précurseur de cation organique azoté ou un produit de 10 décomposition de cation organique azoté, le mélange présentant généralement la composition molaire suivante :

XO₂/Y₂O₃ au moins 10, de préférence de 10 à 60, de préférence encore de 15 à 50 (R_{1/n}OH/XO₂ de 0,01 à 2, de préférence de 0,05 à 1, de préférence encore de 0,10

15 à 0,75 H₂O/XO₂ de 1 à 500, de préférence de 5 à 250, de préférence encore de 25 à 75 Q/XO₂ de 0,005 à 1, de préférence de 0,02 à 1, de préférence encore de 0,05 à 0,5 L_pZ/XO₂ de 0 à 5, de préférence de 0 à 1, de préférence encore de 0 à 0,25,

20 où X est le silicium et/ou le germanium, de préférence le silicium, Y est choisi dans le groupe formé par les éléments suivants : aluminium, fer, bore, titane, vanadium, zirconium, molybdène, arsenic, antimoine, gallium, chrome, manganèse, de préférence Y est l'aluminium,

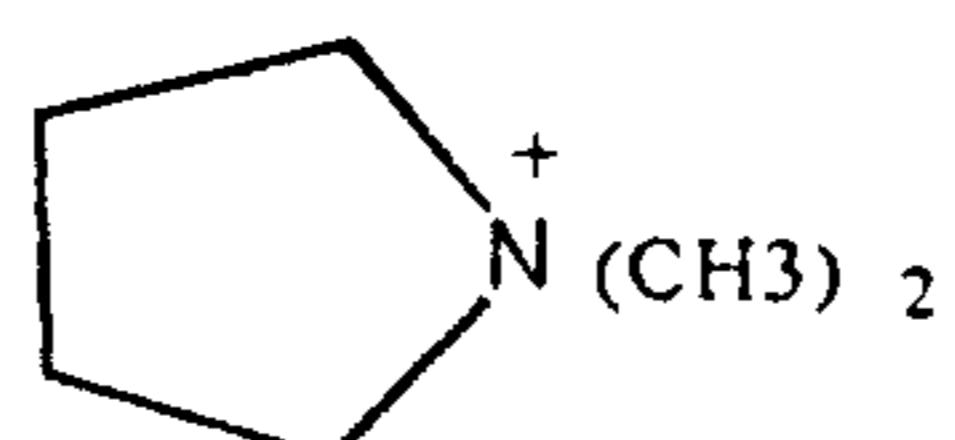
25 R est un cation de valence n qui comporte M (un cation de métal alcalin et/ou de l'ammonium), et/ou Q (un cation organique azoté ou un précurseur de celui-ci ou un produit de décomposition de celui-ci)

30 L_pZ est un sel, Z étant un anion de valence p et L un ion de métal alcalin ou ammonium qui peut être similaire à M ou un mélange de M et d'un autre ion de métal alcalin ou un ion ammonium nécessaire pour équilibrer l'anion Z, Z pouvant comporter un radical acide ajouté par exemple sous la forme d'un sel de L ou d'un sel d'aluminium.

35 Dans certains cas, il peut être avantageux d'ajouter un sel L_pZ. Ainsi un procédé de préparation préféré est tel que le milieu aqueux comprend dudit sel. On peut citer à

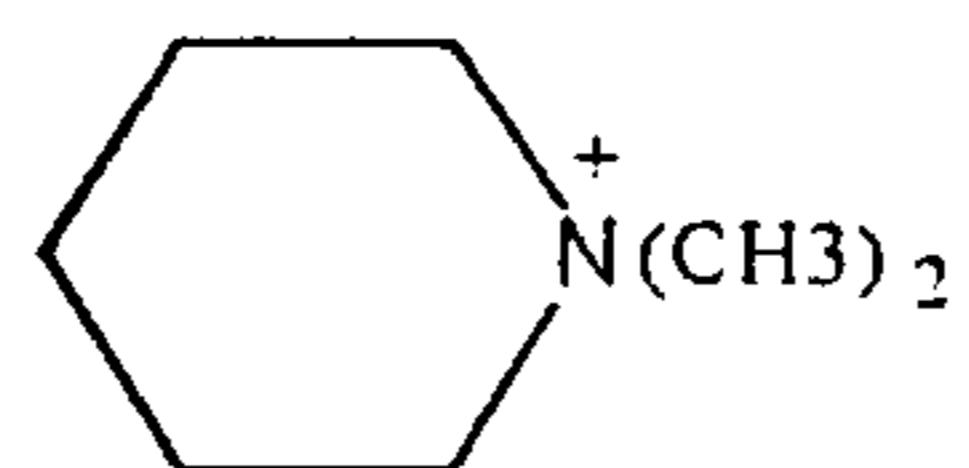
titre d'exemple pour Z des radicaux acides forts tels que du bromure, du chlorure, de l'iodure, du sulphate, du phosphate ou du nitrate, ou des radicaux acides faibles tels que les radicaux acides organiques, par exemple du citrate ou de l'acétate. Bien que le L_pZ ne soit pas essentiel, il peut accélérer la cristallisation de la zéolithe NU-88 à 5 partir du mélange réactionnel et il peut également affecter la taille et la forme des cristaux constituant la zéolithe NU-88. Dans tous les cas, la réaction se poursuit jusqu'à obtention de la cristallisation.

De nombreuses zéolithes ont été préparées avec des cations organiques azotés, et 10 des noyaux hétérocycliques ont notamment été largement utilisés pour la synthèse de la zéolithe. La zéolithe ZSM-12 a été synthétisée en utilisant différentes formes hétérocycliques, par exemple la structure à base de pyrrolidinium



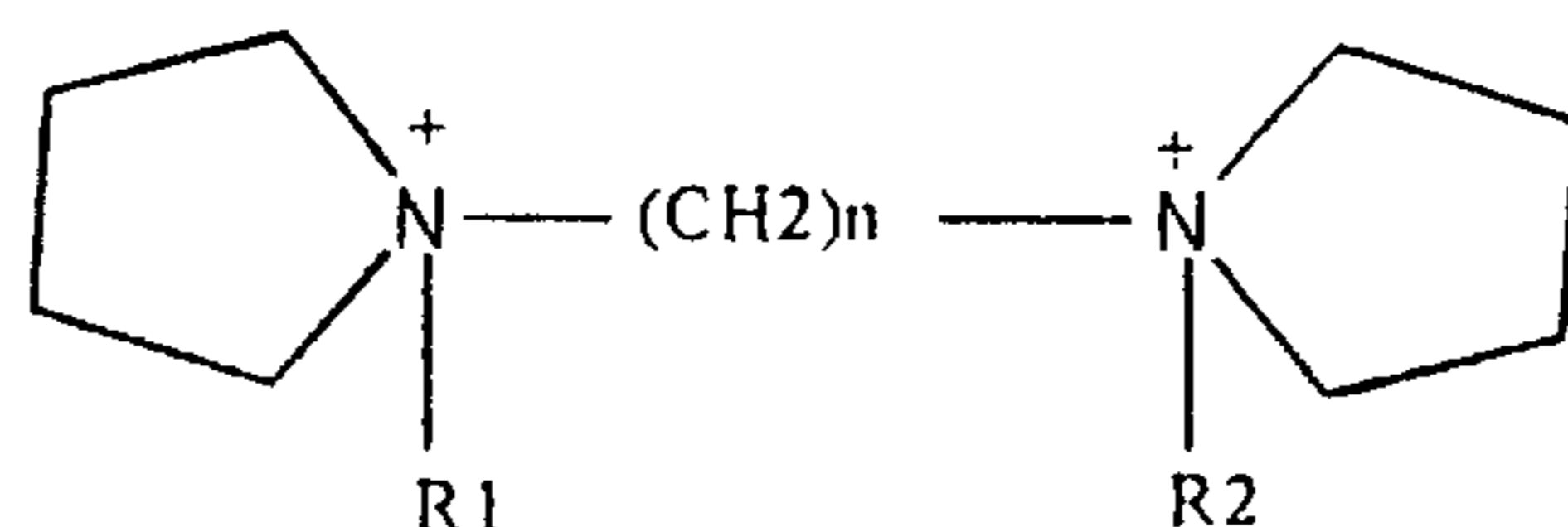
et la structure à base de pipéridinium

15

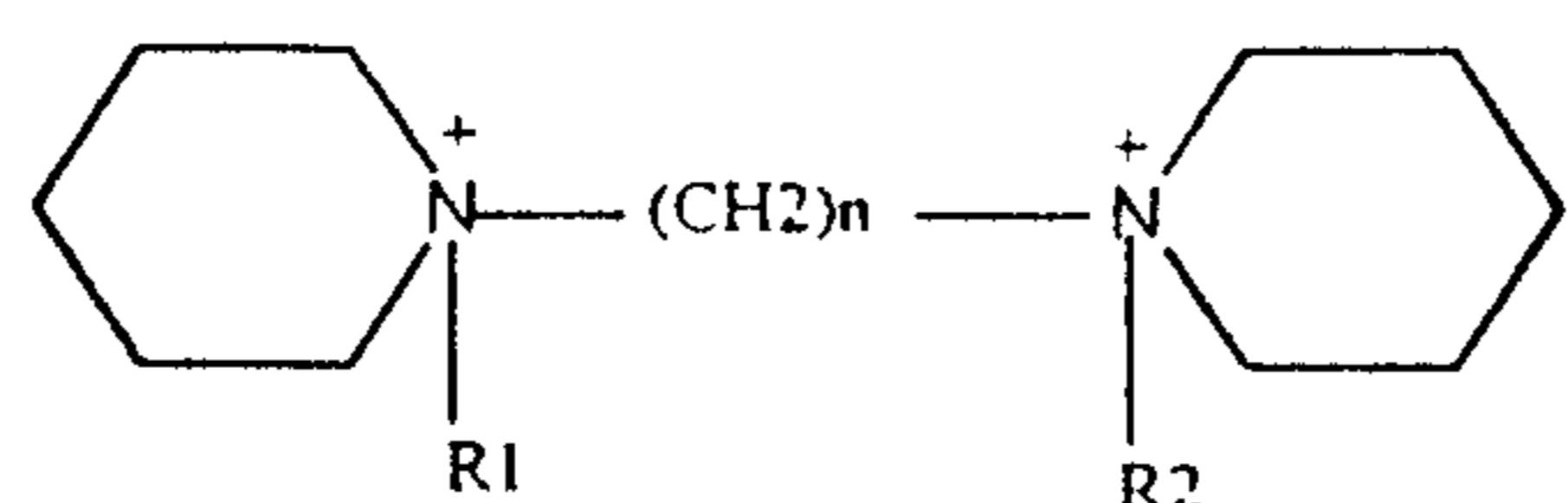


a été décrite par Rosinski et al dans le brevet américain US-A-4.391.785 (Mobil).

La synthèse de la zéolithe TPZ-12, qui est un isomère de structure de la zéolithe 20 ZSM-12, est décrite par Teijin dans la demande de brevet européen EP-A-135.658. Les structures considérées comme étant adaptées à la synthèse de la zéolithe TPZ-12 pure sont celle à base de bispyrrolidinium



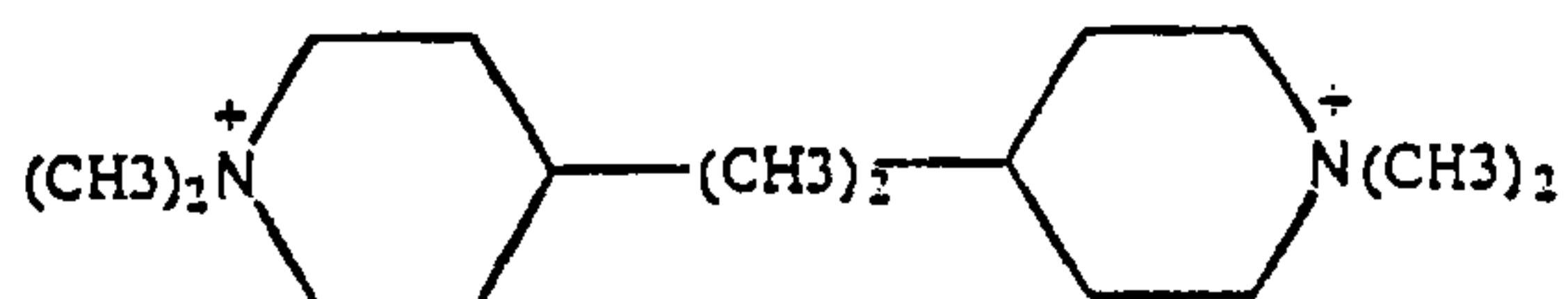
25 et celle à base de bispiperidinium



où on a fait varier n de 4 à 6, et R₁ et R₂ : H, méthyl, éthyl, propyl ou butyl.

La synthèse de la zéolithe ZSM-12 a également été réalisée avec des structures comportant plus d'un noyau hétérocyclique. L'utilisation du composé du type polyméthonium

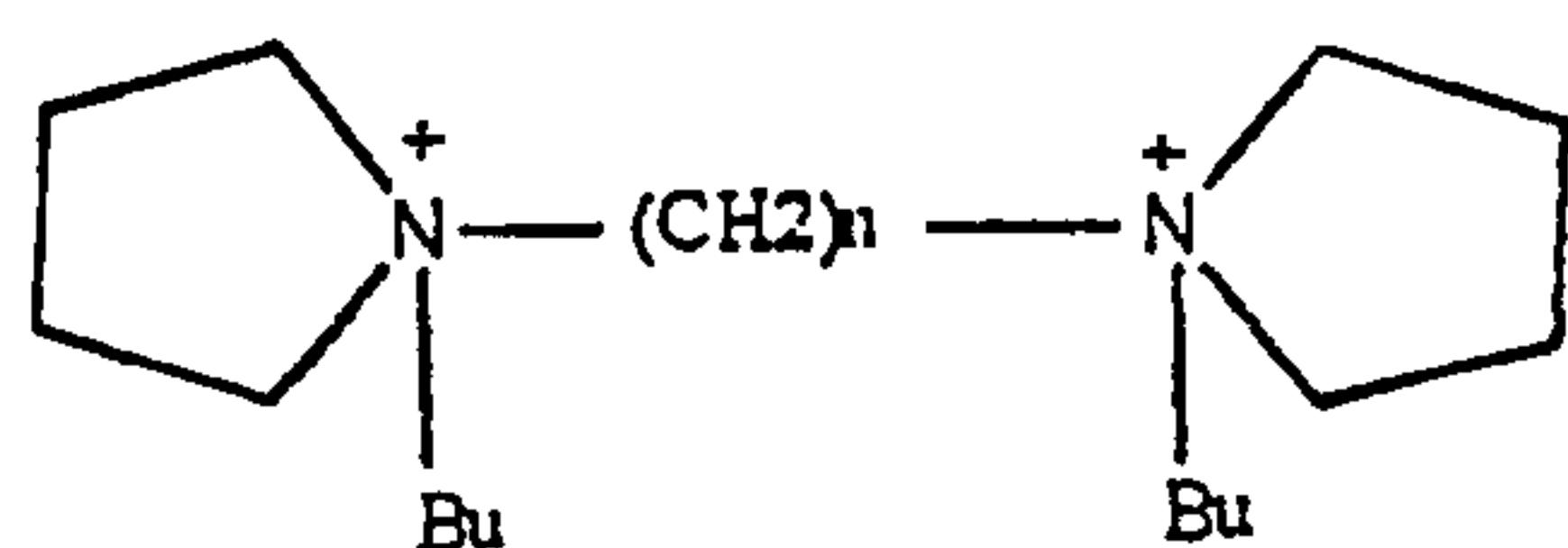
5



est décrite par Valyocsik dans le brevet américain US-A-4.539.193 (Mobil).

L'utilisation de structures à base de bis (butyl pyrrolidinium) de formule générale

10

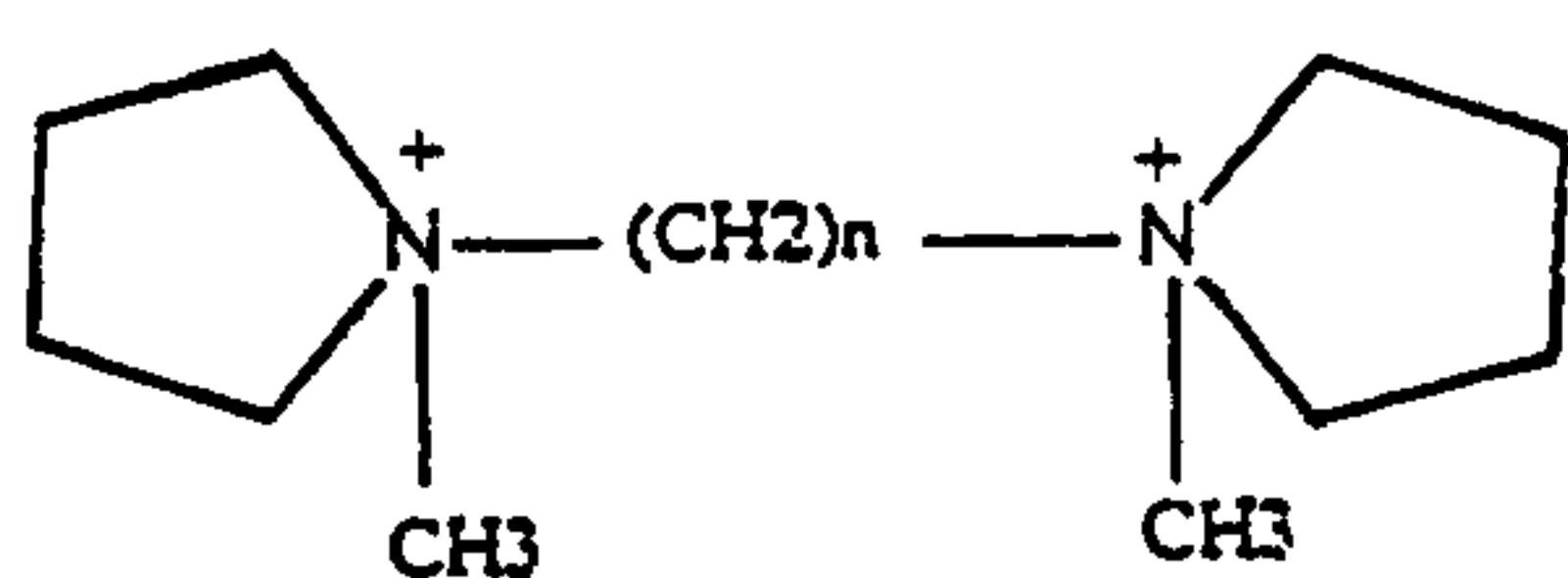


est décrite par Valyocsik dans le brevet américain US-A-4.941.963 (Mobil). Quatre structures ont été testées en faisant varier n de 4 à 7. La synthèse de la zéolithe

15 ZSM-11 pure a seulement été réalisée avec n égal à 6 ou à 7.

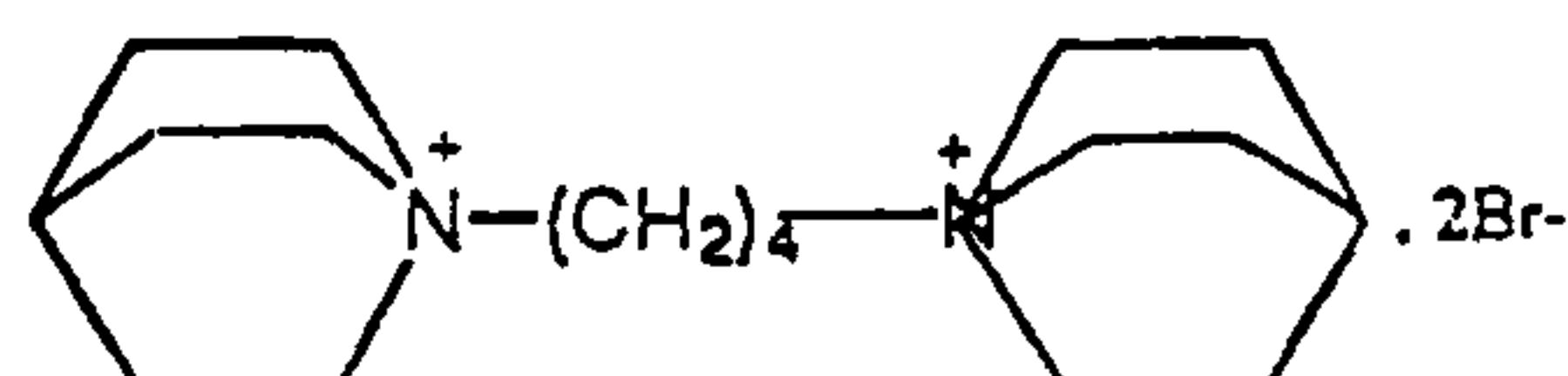
Selon l'invention, Q est un cation de bis(méthyl pyrrolidinium), ou un de ses produits de décomposition ou un de ses précurseurs, de formule générale

20



avec n = 4, 5 ou 6, ou Q est le butane-1,4-bis(bisquinuclidinium) bromure, ou un de ses produits de décomposition ou un de ses précurseurs, de formule chimique suivante :

25



par exemple, Q est l'hexane-1,6-bis(méthylpyrrolidinium) bromure, le pentane-1,5-bis(méthylpyrrolidinium) bromure, le butane-1,4-bis(méthylpyrrolidinium) bromure, ou bien Q est le butane-1,4-bis(quinuclidinium) bromure .

5 M et/ou Q peuvent être ajoutés sous forme d'hydroxydes ou de sels d'acides minéraux à condition que le rapport $(R_{1/n})OH/XO_2$ soit respecté.

De telles substances peuvent être employées sous forme de mélanges simples, ou elles peuvent être préchauffées ensemble dans le réacteur, de préférence en 10 solution, avant de leur ajouter les autres réactifs nécessaires à la synthèse de la zéolithe NU-88.

15 Le cation M utilisé de préférence est un métal alcalin, notamment du sodium, XO_2 étant de préférence de la silice (SiO_2) et l'oxyde Y_2O_3 étant de préférence de l'alumine (Al_2O_3).

Dans le cas préféré où X est le silicium, la source de silice peut être l'une quelconque 20 de celles couramment utilisées dans la synthèse des zéolithes, par exemple de la silice solide en poudre, de l'acide silicique, de la silice colloïdale ou de la silice dissoute. Parmi les silices en poudre, on peut utiliser les silices précipitées, 25 notamment celles obtenues par précipitation à partir d'une solution de silicate de métal alcalin, telle que celle appelée "KS 300" fabriquée par AKZO, et des produits similaires, des silices aérosiles, des silices pyrogénées, par exemple du "CAB-O-SIL" et des gels de silice dans des teneurs appropriées pour être utilisées dans les 30 pigments de renforcement (en anglais "reinforcing") destinés au caoutchouc et au caoutchouc siliconé. On peut utiliser des silices colloïdales présentant différentes tailles de particules, par exemple de diamètre équivalent moyen compris entre 10 et 15 μm ou entre 40 et 50 μm telles que celles commercialisées sous les marques déposées "LUDOX", "NALCOAG" et "SYTON". Les silices dissoutes qui peuvent être 35 employées comprennent également les silicates au verre soluble disponibles dans le commerce, contenant 0,5 à 6,0, notamment 2,0 à 4,0 moles de SiO_2 par mole d'oxyde de métal alcalin, des silicates de métaux alcalins "actifs" tels que définis dans le brevet britannique GB-A-1.193.254, et des silicates obtenus par dissolution de silice dans un hydroxyde de métal alcalin ou un hydroxyde d'ammonium quaternaire, ou encore un mélange de ceux-ci.

Dans le cas préféré où Y est l'aluminium, la source d'alumine est de préférence de l'aluminate de sodium, ou un sel d'aluminium, par exemple du chlorure, du nitrate ou du sulfate, un alkoxyde d'aluminium ou de l'alumine proprement dite, de préférence sous forme hydratée ou hydratable, comme par exemple de l'alumine colloïdale, de la 5 pseudoboehmite, de l'alumine gamma ou du trihydrate alpha ou bêta. On peut également utiliser des mélanges des sources citées ci-dessus.

Certaines ou l'ensemble des sources d'alumine et de silice peuvent éventuellement être ajoutées sous forme d'aluminosilicate.

10

On fait généralement réagir le mélange réactionnel sous une pression de réaction autogène, éventuellement en ajoutant du gaz, par exemple de l'azote, à une température comprise entre 85°C et 200°C, de préférence entre 120°C et 180°C, et de manière encore préférentielle à une température qui ne dépasse pas 165°C, 15 jusqu'à la formation des cristaux de zéolithe NU-88, ce temps variant généralement entre 1 heure et plusieurs mois en fonction de la composition du réactif et de la température de service. La mise en réaction peut s'effectuer sous agitation, ce qui est préférable dans la mesure où le temps de réaction s'en trouve réduit et la pureté du produit améliorée.

20

Il peut être avantageux d'utiliser des germes afin de réduire le temps nécessaire à la formation des cristaux et/ou la durée totale de cristallisation. Il peut également être avantageux de favoriser la formation de la zéolithe NU-88. De tels germes comprennent des zéolithes, notamment des cristaux de zéolithe NU-88. Les germes 25 cristallins sont généralement ajoutés dans une proportion comprise entre 0,01 et 10 % du poids de silice utilisée dans le mélange réactionnel.

30

A la fin de la réaction, la phase solide est recueillie dans un filtre et lavée; elle est ensuite prête pour des étapes ultérieures telles que le séchage, la déshydratation et la calcination et/ou l'échange d'ions.

35

Si le produit de la réaction contient des ions de métaux alcalins, ceux-ci doivent être éliminés au moins en partie en vue de la préparation de la forme hydrogène de la zéolithe NU-88, au moyen d'au moins un échange d'ions avec un acide, notamment un acide minéral tel que l'acide chlorhydrique et/ou à l'aide du composé d'ammonium obtenu par échange d'ions avec une solution d'un sel d'ammonium tel que du chlorure

d'ammonium. L'échange d'ions peut être effectué au moyen d'une mise en suspension épaisse, à une ou plusieurs reprises, dans la solution d'échange d'ions. La zéolithe est généralement calcinée avant l'échange d'ions afin d'éliminer toute substance organique absorbée dans la mesure où l'échange d'ions s'en trouve 5 facilité. Toutes les conditions opératoires d'un tel échange ionique sont connues de l'homme du métier.

D'une manière générale, on peut remplacer le(s) cation(s) de la zéolithe NU-88 par tout cation ou tous cations de métaux, notamment ceux des groupes IA, IB, IIA, IIB, 10 IIIA, IIIB (y compris les terres rares) et VIII (y compris les métaux nobles) de la classification périodique des éléments, et par l'étain, le plomb et le bismuth. L'échange s'effectue normalement avec une solution contenant un sel du cation approprié, de la manière connue de l'homme du métier.

15 L'invention concerne également la composition d'un catalyseur contenant la zéolithe NU-88. Ainsi un des objets de l'invention est un catalyseur comprenant une zéolithe Nu-88 telle que décrite précédemment ou préparée selon le procédé de préparation décrit précédemment. L'invention concerne également un catalyseur qui comprend une telle zéolithe Nu-88, et qui comprend en outre au moins un liant ou au moins un 20 support ou au moins une autre zéolithe ou au moins un métal choisi dans le groupe formé par les éléments Cu, Ag, Ga, Mg, Ca, Sr, Zn, Cd, B, Al, Sn, Pb, V, P, Sb, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Co, Ni, Pt, Pd, Re et Rh.

25 Dans les catalyseurs selon l'invention, XO_2 est de préférence de la silice et Y_2O_3 est de préférence de l'alumine. De tels catalyseurs peuvent être utilisés dans un grand nombre de procédés catalytiques et avec une large gamme de charges d'alimentation.

30 Les formes de zéolithe NU-88 utiles en catalyse comprennent généralement les formes hydrogène et ammonium préparées selon les méthodes décrites ci-avant. Mais les catalyseurs selon l'invention comportant de la zéolithe NU-88 peuvent également contenir un ou plusieurs éléments, notamment des métaux ou leurs cations, ou des composés de ces éléments, notamment des oxydes de métaux. Ces catalyseurs peuvent être préparés par échange d'ions ou par imprégnation de la 35 zéolithe NU-88 avec ledit élément, cation ou composé, ou avec un précurseur approprié dudit cation ou composé. Un tel échange d'ions ou une telle imprégnation

peuvent être réalisés sur la zéolithe NU-88 au moins en partie, de préférence pratiquement totalement sous sa "forme brute de synthèse", calcinée ou non, sous forme hydrogène et/ou sous forme ammonium et/ou sous toute autre forme échangée (métallique ou non).

5

Dans les cas où une forme de zéolithe NU-88 contenant un métal est préparée par échange d'ions, il peut être souhaitable d'effectuer un échange complet dudit métal, ce qui signifie que sensiblement l'ensemble des sites échangeables est occupé par ledit métal. De telles formes peuvent être particulièrement utiles dans des procédés 10 de séparation. Dans la plupart des cas cependant, il est préférable de n'effectuer qu'un échange partiel du métal, les sites restants étant occupés par un autre cation, notamment les cations hydrogène ou ammonium. Dans certains cas, il peut être souhaitable d'introduire deux cations métalliques ou plus par échange d'ions.

15

Dans les cas où la zéolithe NU-88 est imprégnée avec un composé métallique pour former un catalyseur, le composé métallique peut être ajouté dans une proportion appropriée, mais une proportion maximum de 20 % en poids est généralement suffisante pour la plupart des applications; pour certaines applications, on ne dépasse généralement pas 10 % en poids, et des quantités allant jusqu'à 5 % sont souvent 20 appropriées. L'imprégnation peut être effectuée par toute méthode appropriée connue dans le cadre de la préparation des catalyseurs.

Les formes à échange de métaux ou les formes dans lesquelles un composé métallique a été imprégné peuvent être utilisées telles quelles ou traitées en vue de 25 produire un dérivé actif. Les traitements comprennent la réduction, par exemple dans une atmosphère comportant de l'hydrogène, afin de produire un métal ou d'autres formes réduites. Ces traitements peuvent être réalisés à un stade approprié de la préparation du catalyseur ou ils peuvent également être aisément réalisés dans le réacteur catalytique.

30

Les compositions catalytiques comprenant la zéolithe NU-88 peuvent être associées, si on le souhaite, à une matrice minérale qui peut être soit inerte, soit active sur le plan catalytique. La matrice peut être utilisée seulement comme liant pour maintenir les particules de zéolithe ensemble, éventuellement sous une forme particulière, par exemple sous forme de pastille ou de produit d'extrusion, ou bien elle peut fonctionner comme un diluant inerte, par exemple pour contrôler l'activité par unité de 35

5 poids de catalyseur. Lorsque la matrice minérale ou le diluant présentent eux-mêmes une activité catalytique, ils peuvent former ainsi une partie efficace de la composition catalytique zéolithe-matrice. Les matrices minérales et les diluants appropriés comprennent des substances utilisées de manière classique comme supports de catalyseur, telles que la silice, les différentes formes d'alumine, des argiles telles que les bentonites, les montmorillonites, la sépiolite, l'attapulgite, de la terre à foulon et des matières poreuses synthétiques telles que silice-alumine, silice-zircone, silice-thorine, silice-glucine ou silice-dioxyde de titane. Des combinaisons de matrices peuvent être envisagées dans le cadre de la présente invention, notamment des 10 combinaisons de matrices inertes et de matrices présentant une activité catalytique.

15 Lorsque la zéolithe NU-88 est associée à une substance matricielle minérale ou à une pluralité de telles substances, la proportion de substance(s) matricielle(s) dans la composition totale s'élève généralement jusqu'à environ 90 % en poids, de préférence jusqu'à 50 % en poids et de manière encore préférentielle jusqu'à 30 % en poids.

20 Pour certaines applications, on peut utiliser une autre zéolithe ou tamis moléculaire conjointement avec la zéolithe NU-88 pour former un catalyseur. Une telle combinaison peut être employée telle quelle ou associée à l'une ou plusieurs des substances matricielles décrites ci-avant. On peut citer, à titre d'exemple particulier de la mise en oeuvre d'une telle composition, son utilisation comme additif de catalyseur pour craquage catalytique fluide, auquel cas la zéolithe NU-88 est de préférence utilisée dans une proportion de 0,5 à 5 % en poids de catalyseur total.

25 Pour d'autres applications, la zéolithe NU-88 peut être combinée avec un autre catalyseur tel que du platine sur de l'alumine.

30 Toute méthode appropriée pour mélanger la zéolithe NU-88 avec une matrice organique et/ou une autre zéolithe peut être mise en oeuvre, notamment celle adaptée à la forme finale sous laquelle le catalyseur est utilisé, par exemple produit d'extrusion, pastille ou granulé.

35 Si l'on utilise des zéolithes NU-88 pour former un catalyseur conjointement avec un composant métallique (par exemple un composant d'hydrogénéation/déhydrogénération ou un autre métal ayant une activité catalytique) en plus de la

matrice minérale, le composant métallique peut être échangé ou imprégné dans la zéolithe NU-88 elle-même avant d'ajouter la substance matricielle, ou dans la composition zéolithe-matrice. Pour certaines applications, il peut être avantageux d'ajouter le composant métallique à la totalité ou à une partie de la substance matricielle avant de mélanger cette dernière avec la zéolithe NU-88.

Une large gamme de catalyseurs de conversion d'hydrocarbures comportant la zéolithe NU-88 peut être préparée par échange d'ions ou par imprégnation de la zéolithe avec un ou plusieurs cations ou oxydes dérivés d'éléments parmi 10 lesquels : Cu, Ag, Ga, Mg, Ca, Sr, Zn, Cd, B, Al, Sn, Pb, V, P, Sb, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Co, Ni, Pt, Pd, Re et Rh.

Au cas où les catalyseurs comportant la zéolithe NU-88 contiennent un ou plusieurs 15 composants d'hydrogénéation/déshydrogénéation, tels que les métaux Ni, Co, Pt, Pd, Re et Rh, ces composants peuvent être introduits par échange d'ions ou par imprégnation d'un composé approprié de ce métal.

Les compositions catalytiques comportant la zéolithe NU-88 peuvent trouver leur 20 application dans des réactions comprenant des hydrocarbures aliphatiques saturés et insaturés, des hydrocarbures aromatiques, des composés organiques oxygénés et des composés organiques contenant de l'azote et/ou du soufre, ainsi que des composés organiques contenant d'autres groupes fonctionnels.

Un des objets de l'invention concerne donc également tout procédé catalytique tel 25 que la zéolithe NU-88 est comprise dans le catalyseur. D'une manière générale, les compositions de catalyseurs contenant la zéolithe NU-88 peuvent être utilisées efficacement pour réaliser des réactions d'isomérisation, de transalkylation et de dismutation, d'alkylation et de désalkylation, de déhydratation et d'hydratation, d'oligomérisation et de polymérisation, de cyclisation, d'aromatisation, de craquage, 30 d'hydrogénéation et de déshydrogénéation, d'oxydation, d'halogénéation, de synthèse d'amines, d'hydrodésulfuration et d'hydrodénitrification, d'élimination catalytique des oxydes d'azote (soit, de préférence, par réduction, généralement par des composés azotés ou par des hydrocarbures, soit par décomposition), la formation d'éther et la conversion d'hydrocarbures et la synthèse de composés organiques en général.

Les procédés mentionnés ci-dessus peuvent être effectués soit en phase liquide, soit en phase vapeur, dans des conditions choisies pour être les plus appropriées pour chaque réaction individuelle. Par exemple, les réactions effectuées en phase vapeur peuvent comporter la mise en oeuvre d'opérations à lit fluide, à lit fixe ou à lit mobile.

5 Des diluants de traitement peuvent être utilisés si nécessaire. Selon le procédé mis en oeuvre, les diluants appropriés peuvent être des gaz inertes (tels que de l'azote ou de l'hélium), des hydrocarbures, du dioxyde de carbone, de l'eau ou de l'hydrogène. Le diluant peut être inerte ou bien il peut exercer une action chimique. Il peut être avantageux, notamment si l'on utilise de l'hydrogène, d'inclure un composant 10 métallique, tel qu'un composant d'hydrogénéation/ déshydrogénéation, par exemple ou ou plusieurs des métaux Ni, Co, Pt, Pd, Re ou Rh dans la composition du catalyseur.

La présente invention concerne également tout procédé de conversion d'hydrocarbures au cours duquel on met en contact un alkylbenzène ou un mélange 15 d'alkylbenzènes dans des conditions d'isomérisation, en phase vapeur ou liquide, avec un catalyseur contenant de la zéolithe NU-88.

Les réactions d'isomérisation pour lesquelles les catalyseurs contenant de la zéolithe NU-88 sont particulièrement utiles sont celles comportant des alcanes et des 20 molécules aromatiques substituées, notamment des xylènes. Ces réactions peuvent comprendre celles qui peuvent être effectuées en présence d'hydrogène. Les compositions de catalyseurs contenant de la zéolithe NU-88 qui sont particulièrement utiles dans les réactions d'isomérisation comprennent celles dans lesquelles la zéolithe NU-88 se présente sous sa forme acide (H^+), sous la forme obtenue après 25 échange de cations, sous sa forme contenant des métaux ou dans des combinaisons des formes précitées. Les formes dans lesquelles le métal est un composant d'hydrogénéation/déshydrogénéation tel que Ni, Co, Pt, Pd, Re ou Rh s'avèrent particulièrement utiles.

30 Les réactions d'isomérisation particulières dans lesquelles un catalyseur contenant de la zéolithe NU-88 peut se révéler utile comprennent l'isomérisation et l'hydro-isomérisation de xylènes, ou de paraffines, notamment des hydrocarbures normaux de C_4 à C_{10} , ou l'isomérisation d'oléfines et le déparaffinage catalytique.

35 L'isomérisation et l'hydro-isomérisation du xylène peuvent être effectuées en phase liquide ou en phase vapeur. En phase liquide, les conditions d'isomérisation

- appropriées comportent une température comprise entre 0 et 350°C, une pression comprise entre 0,1 et 20 MPa (absolus), de préférence entre 0,5 et 7 MPa (absolus), et dans le cas de la mise en oeuvre d'un régime dynamique, un poids de catalyseur par poids par heure (PPH) de préférence compris entre 1 et 30 h⁻¹ sur la base de la composition totale du catalyseur. Un diluant peut éventuellement être présent, de préférence l'un ou plusieurs de ceux présentant une température critique supérieure aux conditions d'isomérisation mises en oeuvre. Le diluant, si l'on en utilise un, peut comporter de 1 à 90 % en poids de la charge. Les réactions d'isomérisation et d'hydro-isomérisation du xylène en phase vapeur sont effectuées à une température comprise de manière appropriée entre 100 et 600°C, de préférence entre 200 et 500°C, à une pression comprise entre 0,05 et 10 MPa (absolus), de préférence entre 0,1 et 5 MPa (absolus), et à une valeur de poids de catalyseur par poids par heure (PPH) pouvant aller jusqu'à 80 sur la base de la composition totale du catalyseur.
- 15 Lorsque l'isomérisation du xylène est réalisée en présence d'hydrogène (en phase vapeur), le composant d'hydrogénéation/déhydrogénéation utilisé de préférence est le Pt ou le Ni. Le composant d'hydrogénéation/déhydrogénéation est généralement ajouté dans une proportion comprise entre 0,5 et 2 % en poids total de catalyseur. Des métaux et/ou des oxydes métalliques supplémentaires peuvent être présents dans la 20 composition du catalyseur.

Dans l'isomérisation du xylène, de l'éthylbenzène peut être présent dans la charge de xylène dans une proportion pouvant atteindre 40 % en poids. Avec des compositions de catalyseur comportant de la zéolithe NU-88, l'éthylbenzène subit généralement 25 une transalkylation avec lui-même et avec les xylènes pour former des composés aromatiques plus lourds et plus légers. L'éthylbenzène réagit généralement également pour former du benzène et du gaz léger, notamment à des températures supérieures à 400°C. Avec de telles charges de xylène contenant de l'éthylbenzène, lorsque la réaction est conduite en présence d'hydrogène avec une composition 30 catalytique comprenant de la zéolithe NU-88 et un composant d'hydrogénéation/déhydrogénéation, une certaine partie de l'éthylbenzène est transformée par isomérisation en xylènes. Il peut également être avantageux de conduire les réactions d'isomérisation de xylène en présence d'un composé hydrocarboné, notamment une paraffine ou un naphtène, avec ou sans la présence 35 complémentaire d'hydrogène. L'hydrocarbure semble améliorer les performances du catalyseur dans la mesure où les réactions qui entraînent la perte de xylènes sont

supprimées et, notamment lorsque les réactions sont conduites en l'absence d'hydrogène, la vie du catalyseur est augmentée.

La présente invention concerne en outre un procédé de conversion d'hydrocarbures 5 dans lequel on met en contact un ou plusieurs composés aromatiques alkylés dans des conditions de transalkylation, en phase vapeur ou en phase liquide, avec un catalyseur contenant de la zéolithe NU-88.

Les catalyseurs contenant de la zéolithe NU-88 sont particulièrement utiles dans les 10 réactions de transalkylation et/ou de dismutation, notamment dans les réactions impliquant des molécules aromatiques mono-, di-, tri- et tétrasubstituées par l'alkyle, notamment le toluène et les xylènes.

Les compositions de catalyseurs contenant de la zéolithe NU-88 qui s'avèrent 15 particulièrement utiles dans le cadre de réactions de transalkylation et/ou de dismutation incluent les compositions dans lesquelles le composant NU-88 se présente sous sa forme acide (H^+), sa forme obtenue par échange de cations, ou d'autres formes contenant des métaux ou des combinaisons de ces différentes formes. La forme acide et les formes dans lesquelles le métal est un composant 20 d'hydrogénéation/déshydrogénéation tel que Ni, Co, Pt, Pd, Re ou Rh sont particulièrement efficaces.

On peut citer comme exemple particulier de procédés importants la dismutation du toluène et la réaction du toluène avec des composés aromatiques comportant au 25 moins 9 atomes de carbone par molécule, par exemple les triméthylbenzènes.

La dismutation du toluène peut être conduite en phase vapeur, en présence ou en l'absence d'hydrogène, bien qu'il soit préférable d'opérer en présence d'hydrogène dans la mesure où celui-ci contribue à supprimer la désactivation du catalyseur. Les 30 conditions de réaction les plus favorables sont les suivantes : températures comprises entre 250 et 650°C, de préférence entre 300 et 550°C; pressions comprises entre 0,03 et 10 MPa (absolus), de préférence entre 0,1 et 5 MPa (absolus); poids par poids par heure (PPH) jusqu'à 50 (sur la base de la composition totale du catalyseur).

- Lorsque la dismutation du toluène est conduite en présence d'hydrogène, le catalyseur peut éventuellement contenir un composant d'hydrogénéation/déhydrogénéation. On utilisera de préférence un composant d'hydrogénéation/déhydrogénéation tel que Pt, Pd ou Ni. Le composant d'hydrogénéation/déhydrogénéation est normalement ajouté à une concentration pouvant atteindre 5 % en poids de la composition totale du catalyseur. Des métaux et/ou des oxydes métalliques complémentaires peuvent être présents dans la composition du catalyseur, par exemple jusqu'à 5 % en poids de la composition totale du catalyseur.
- 10 La présente invention concerne également un procédé de conversion d'hydrocarbures dans lequel on met en contact un composé oléfinique ou aromatique avec un composé alkylant approprié dans des conditions d'alkylation, en phase vapeur ou en phase liquide, avec un catalyseur contenant de la zéolithe NU-88.
- 15 Parmi les réactions d'alkylation pour lesquelles les catalyseurs contenant de la zéolithe NU-88 sont particulièrement utiles, on peut citer l'alkylation du benzène ou de molécules aromatiques substituées avec du méthanol ou une oléfine ou de l'éther. Parmi les exemples spécifiques de tels procédés, on citera la méthylation du toluène, la synthèse de l'éthylbenzène et la formation de l'éthyltoluène et du cumène. Les 20 catalyseurs d'alkylation utilisés dans les procédés selon ce mode de réalisation de l'invention peuvent comporter d'autres substances, notamment des oxydes métalliques qui peuvent améliorer les performances catalytiques.

Grâce à l'utilisation d'un catalyseur contenant de la zéolithe NU-88, des 25 hydrocarbures peuvent être produits en conduisant des réactions d'oligomérisation, de cyclisation et/ou d'aromatisation sur des composés insaturés tels que l'éthène, le propène ou le butène, ou sur des composés saturés tels que le propane ou le butane ou sur des mélanges d'hydrocarbures tels que des naphtas légers. Pour certaines réactions, notamment les réactions d'aromatisation, il peut être utile que le catalyseur 30 contienne un métal ou un oxyde métallique, notamment du platine, du gallium, du zinc ou leurs oxydes.

Les catalyseurs contenant de la zéolithe NU-88 sont utiles pour une large gamme de réactions de craquage, parmi lesquelles le craquage d'oléfines, de paraffines ou 35 d'aromatiques, ou encore de leurs mélanges. L'utilisation de la zéolithe NU-88 comme additif de catalyseur de craquage catalytique fluide est particulièrement utile pour

20

améliorer le produit de la réaction de craquage. La zéolithe NU-88 peut également être utilisée comme composant d'un catalyseur pour le déparaffinage catalytique dans le cadre de procédés d'hydrocraquage.

5 Les procédés d'hydrogénéation et/ou de déshydrogénéation, par exemple la déshydrogénéation d'alcanes en oléfines correspondantes, sont conduits de manière efficace en mettant en contact la charge appropriée, dans des conditions adaptées, avec un catalyseur contenant de la zéolithe NU-88, notamment lorsque cette dernière comporte aussi un composant d'hydrogénéation/déshydrogénéation tel que Ni, Co, Pt,
10 Pd, Re ou Ru.

Un catalyseur contenant de la zéolithe NU-88 est également un catalyseur utile pour la formation d'éthers, notamment par la réaction de deux alcools ou par la réaction d'une oléfine avec un alcool.

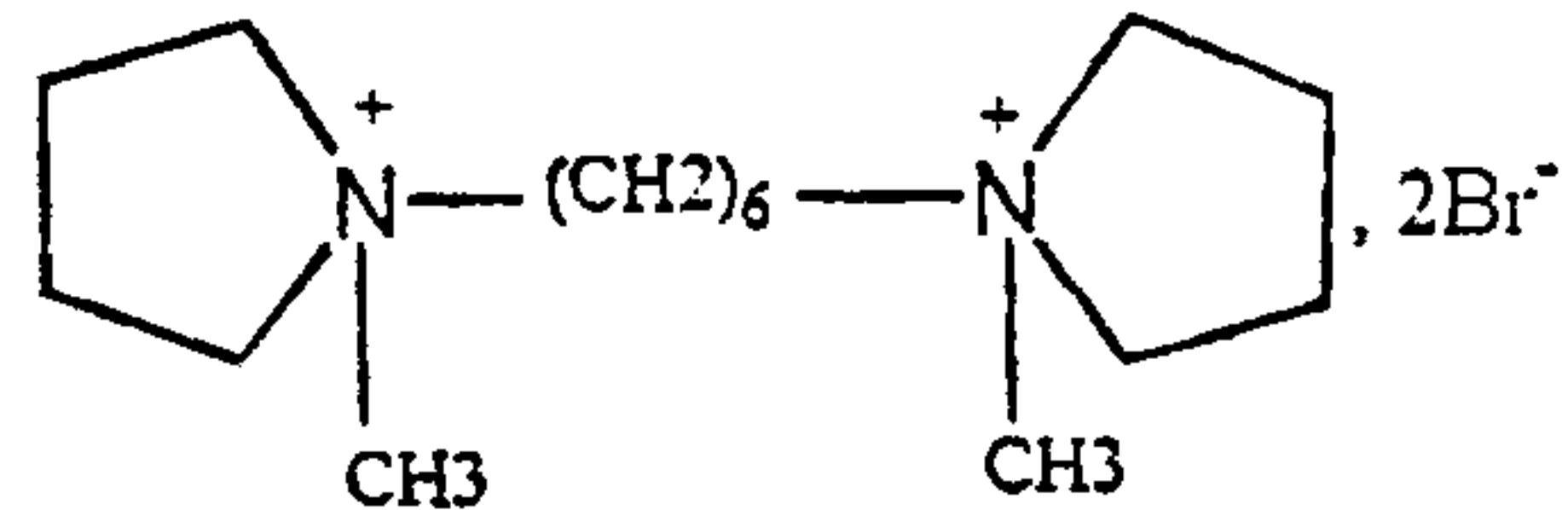
15

L'invention est illustrée au moyen des exemples suivants.

Exemple 1 : Synthèse de zéolithe NU-88 avec de l'hexane-1,6-bis (méthylpyrrolidinium) bromure (HexPyrr)

20

La structure de l'hexane-1,6-bis(méthylpyrrolidinium) bromure (HexPyrr)^{*} est la suivante :



25 Un mélange réactionnel de composition molaire

60 SiO₂ : 2 Al₂O₃ : 10 Na₂O : 10 HexPyrr : 3000 H₂O

a été préparé à partir de :

30

48,07 g de "CAB-O-SIL"^{*} (BDH Ltd)

12,303 g de solution SoAl 235^{*} (Laroche)

(composition en % poids : 22,10 % Al₂O₃; 20,40 % Na₂O; 57,50 % H₂O)

7,4 g de pastilles d'hydroxyde de sodium

* (marques de commerce)

57,2 g de HexPyrr* (composition en % poids : 96,50 % HexPyrr; 3,50 % H₂O)
 709 g d'eau.

Le mélange a été préparé selon le mode opératoire suivant :

- 5 A - solution contenant l'hydroxyde de sodium et de l'aluminate de sodium dans de l'eau (approximativement 200 g)
 B - solution contenant l'HexPyrr* dans de l'eau (approximativement 150 g)
 C - dispersion du CAB-O-SIL* dans l'eau restante.

10 La solution A a été ajoutée à la dispersion C sous agitation; la solution B a ensuite été ajoutée. L'agitation a été poursuivie jusqu'à obtention d'un gel homogène. Le mélange obtenu a ensuite été transféré dans un autoclave en acier inoxydable d'une capacité de 1 litre. Le mélange a été porté à une température de 160°C. Cette température a 15 été maintenue pendant toute la durée de la réaction. De plus, le mélange a été maintenu sous agitation à l'aide d'un agitateur à palettes inclinées.

20 Des échantillons du mélange réactionnel ont été régulièrement prélevés et le déroulement de la réaction a été surveillé par l'intermédiaire du pH. Après 13 jours à 160°C, la température du mélange réactionnel a été brusquement abaissée à la température ambiante et le produit a été évacué. La substance a ensuite été filtrée; le produit solide obtenu a été lavé à l'eau déminéralisée et séché pendant plusieurs heures à 110°C.

25 L'analyse du Si, Al et Na dans le produit a été effectuée par spectroscopie d'émission atomique. On a trouvé la composition molaire suivante :

100 SiO₂ : 4,82 Al₂O₃ : 0,337 Na₂O.

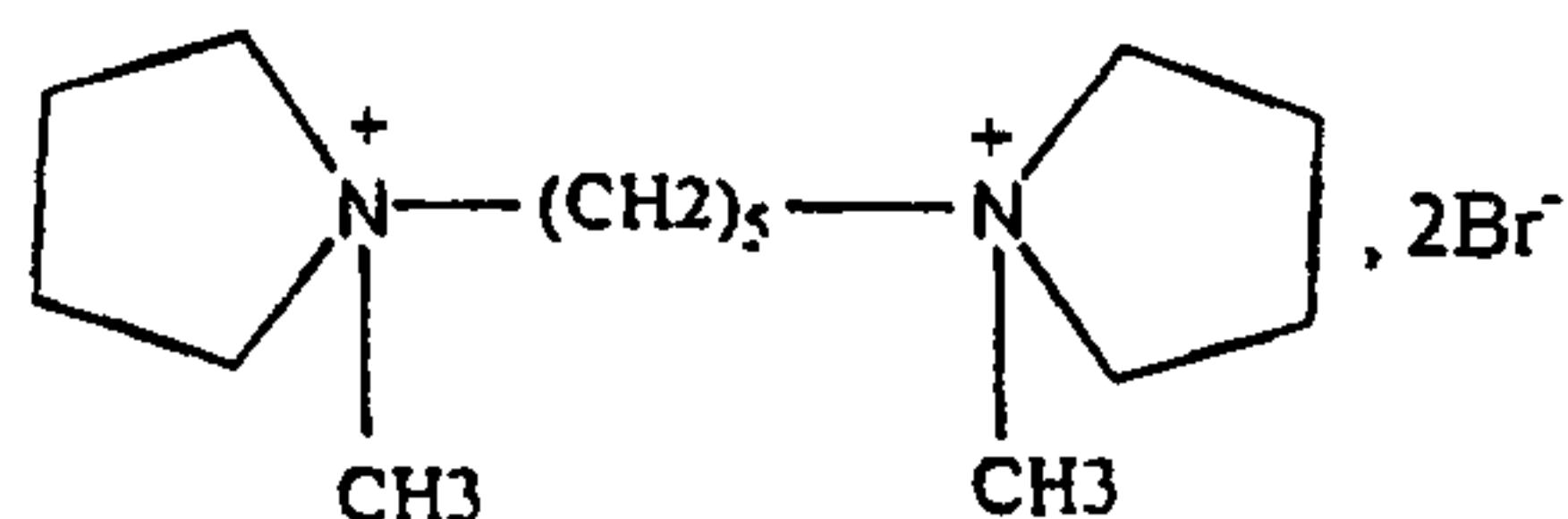
30 Le produit solide séché a été analysé par diffraction X de poudres et identifié comme étant de la zéolithe NU-88. Le diagramme obtenu est en conformité avec les résultats présentés au tableau 1. Le diffractogramme est donné dans la figure 1 [en ordonnée l'intensité I (unité arbitraire) et en abscisse 2θ (Cu K alpha)].

* (marques de commerce)

Exemple 2 : Synthèse de zéolithe NU-88 avec une structure pentane-1,5-bis(méthylpyrrolidinium) bromure (PentPyrr)*.

La structure du pentane-1,5-bis(méthylpyrrolidinium) bromure est la suivante :

5



Un mélange réactionnel de composition molaire

10 60 SiO₂ : 1,714 Al₂O₃ : 12 Na₂O : 10 PentPyrr : 3000 H₂O

a été préparé à partir de

36,05 g de "CAB-O-SIL" (BDH Ltd)

15 7,908 g de solution SoAl 235 (Laroche)

(composition en % poids : 22,10 % Al₂O₃; 19,80 % Na₂O; 58,10 % H₂O)

7,6 g de pastilles d'hydroxyde de sodium

41,2 g de PentPyrr (composition en % poids : 97,02 % PentPyrr; 2,98 % H₂O)

532 g d'eau distillée.

20

Le mélange a été préparé selon le mode opératoire suivant :

A - solution contenant l'hydroxyde de sodium et de l'aluminate de sodium dans de l'eau (approximativement 150 g)

25 B - solution contenant le PentPyrr dans de l'eau (approximativement 100 g)

C - dispersion du CAB-O-SIL dans l'eau restante.

La solution A a été ajoutée à la dispersion C sous agitation; on a ensuite ajouté la solution B. L'agitation a été poursuivie jusqu'à obtention d'un gel homogène. Le

30 mélange obtenu a ensuite été transféré dans un autoclave en acier inoxydable d'une capacité de 1 litre. Le mélange a été porté à une température de 160°C. Cette température a été maintenue pendant toute la durée de la réaction. De plus, le mélange a été maintenu sous agitation à l'aide d'un agitateur à palettes inclinées.

* (marque de commerce)

Des échantillons du mélange réactionnel ont été régulièrement prélevés et le déroulement de la réaction a été surveillé par l'intermédiaire du pH. Après 22 jours à 160°C, la température du mélange réactionnel a été brusquement abaissée à la température ambiante et le produit a été évacué. La substance a ensuite été filtrée; le 5 produit solide obtenu a été lavé à l'eau déminéralisée et séché pendant plusieurs heures à 110°C.

L'analyse du Si, Al et Na dans le produit a été effectuée par spectroscopie d'émission atomique. On a trouvé la composition molaire suivante :

10

100 SiO₂ : 4,61 Al₂O₃ : 0,32 Na₂O.

15

Le produit solide séché a été analysé par diffraction X de poudres et identifié comme étant principalement constitué de zéolithe NU-88, avec des traces d'analcime (< 5 %); le diagramme obtenu est conforme aux résultats présentés au tableau 1.

Exemple 3 : Synthèse de la zéolithe NU-88 avec du PentPyrr

Un mélange réactionnel de composition molaire

20

60 SiO₂ : 1,714 Al₂O₃ : 18 Na₂O : 10 PentPyrr : 3000 H₂O

a été préparé à partir de

25

48,07 g de "CAB-O-SIL" (BDH Ltd)

10,587 g de solution SoAl 235

(composition en % poids : 22,01 % Al₂O₃; 19,81 % Na₂O; 58,18 % H₂O)

16,5 g de pastilles d'hydroxyde de sodium

55,3 g de PentPyrr (composition en % poids : 97,02 % PentPyrr; 2,98 % d'eau)

30

708 g d'eau distillée.

Le mélange a été préparé selon le mode opératoire suivant :

A - solution contenant l'hydroxyde de sodium et de l'aluminate de sodium dans de l'eau (approximativement 200 g)

B - solution contenant le PentPyrr dans de l'eau (approximativement 150 g)

C - dispersion de CAB-O-SIL dans l'eau restante.

5

La solution A a été ajoutée à la dispersion C sous agitation; la solution B a ensuite été ajoutée. L'agitation a été poursuivie jusqu'à obtention d'un gel homogène. Le mélange obtenu a ensuite été transféré dans un autoclave en acier inoxydable d'une capacité de 1 litre. La température du mélange a été portée à 160°C. Cette température a été 10 maintenue pendant toute la durée de la réaction. De plus, le mélange a été maintenu sous agitation à l'aide d'un agitateur à palettes inclinées.

Des échantillons du mélange réactionnel ont été régulièrement prélevés et le déroulement de la réaction a été surveillé par l'intermédiaire du pH. Après 15 jours à 15 160°C, la température du mélange réactionnel a été brusquement abaissée à la température ambiante et le produit a été évacué. La substance a ensuite été filtrée; le produit solide obtenu a été lavé à l'eau déminéralisée et séché pendant plusieurs heures à 110°C.

20 L'analyse du Si, Al et Na dans le produit a été effectuée par spectroscopie d'émission atomique. On a trouvé la composition molaire suivante :

100 SiO₂ : 5,10 Al₂O₃ : 0,153 Na₂O.

25 Le produit solide séché a été analysé par diffraction X de poudres et identifié comme étant de la zéolithe NU-88; le diagramme obtenu est conforme aux résultats présentés au tableau 1.

L'analyse au microscope électronique à transmission a révélé que la morphologie dominante était caractérisée par des cristaux en forme de plaquettes liés entre eux de 30 façon à former des agrégats. Ces plaquettes présentaient approximativement les dimensions suivantes : 100 x 100 x 10 nm.

Exemple 4 : Synthèse de la zéolithe NU-88 avec du PentPyrr

On a reproduit l'expérience décrite dans l'exemple 3, à cette exception près que l'on a ajouté un germe de zéolithe NU-88 au mélange réactionnel; le poids du germe ajouté correspondait à 4 % en poids de la quantité totale de silice utilisée au cours de l'expérience.

Un mélange réactionnel de composition molaire

10 60 SiO_2 : 1,714 Al_2O_3 : 18 Na_2O : 10 PentPyrr : 3000 H_2O

a été préparé à partir de

36,05 g de "CAB-O-SIL" (BDH Ltd)

15 7,805 g de solution SoAl 235

(composition en % poids : 22,39 % Al_2O_3 ; 20,49 % Na_2O ; 57,12 % H_2O)

12,3 g de pastilles d'hydroxyde de sodium

40,8 g de PentPyrr (composition en % poids : 97,99 % organique; 2,01 % H_2O)

532 g d'eau

20 1,44 g de NU-88 (sous la forme du produit préparé dans l'exemple 3).

Le mélange a été préparé selon le mode opératoire suivant :

A - solution contenant l'hydroxyde de sodium et de l'aluminate de sodium dans de l'eau (approximativement 150 g)

B - solution contenant le PentPyrr dans de l'eau (approximativement 100 g)

C - dispersion du germe de NU-88 dans de l'eau (approximativement 50 g)

30 D - dispersion du CAB-O-SIL dans l'eau restante.

La solution A a été ajoutée à la dispersion D sous agitation; la solution B a ensuite été ajoutée, puis la dispersion C. L'agitation a été poursuivie jusqu'à obtention d'un gel homogène. Le mélange obtenu a ensuite été transféré dans un autoclave en acier inoxydable d'une capacité de 1 litre. La température du mélange a été portée à

160°C. Cette température a été maintenue pendant toute la durée de la réaction. De plus, l'agitation a été maintenue au moyen d'un agitateur à palettes inclinées.

Des échantillons du mélange réactionnel ont été régulièrement prélevés et le déroulement de la réaction a été surveillé par l'intermédiaire du pH. Après 9 jours à 160°C, la température du mélange réactionnel a été brusquement abaissée à la température ambiante et le produit a été évacué. La substance a ensuite été filtrée; le produit solide obtenu a été lavé à l'eau déminéralisée et séché pendant plusieurs heures à 110°C.

10

L'analyse du Si, Al et Na dans le produit a été effectuée par spectroscopie d'émission atomique. On a trouvé la composition molaire suivante :

100 SiO₂ : 7,0 Al₂O₃ : 1,26 Na₂O.

15

Le produit solide séché a été analysé par diffraction X de poudres et identifié comme étant principalement constitué de zéolithe NU-88, avec une faible quantité d'analcime (environ 5 %); le diagramme obtenu est conforme aux résultats présentés au tableau 1.

20

Il est évident que le fait d'ajouter le germe de NU-88 au mélange réactionnel a réduit la durée totale de préparation de la zéolithe NU-88.

Exemple 5 : Synthèse de la zéolithe NU-88 avec de l'HexPyrr

25

Un mélange réactionnel de composition molaire

60 SiO₂ : 2 Al₂O₃ : 18 Na₂O : 20 HexPyrr : 5000 H₂O

30

a été préparé à partir de

28,16 g de "CAB-O-SIL" (BDH Ltd)

13,388 g de solution d'aluminate de sodium

(composition en % poids : 11,90 % Al₂O₃; 23,07 % Na₂O; 65,02 % H₂O)

35

7,3 g de pastilles d'hydroxyde de sodium

68,3 g d'HexPyrr (composition en % poids : 94,75 % organique; 5,25 % H₂O)
689 g d'eau distillée.

Le mélange a été préparé selon le mode opératoire suivant :

5

A - solution contenant l'hydroxyde de sodium et l'aluminate de sodium dans de l'eau (approximativement 200 g)

B - solution contenant l'HexPyrr dans de l'eau (approximativement 150 g)

C - dispersion de CAB-O-SIL dans l'eau restante.

10

La solution A a été ajoutée à la dispersion C sous agitation; la solution B a ensuite été ajoutée. L'agitation a été poursuivie jusqu'à obtention d'un gel homogène. Le mélange obtenu a ensuite été transféré dans un autoclave en acier inoxydable d'une capacité de 1 litre. La température du mélange a été portée à 160°C. Cette température a été 15 maintenue pendant toute la durée de la réaction. De plus, l'agitation du mélange a été maintenue au moyen d'un agitateur à palettes inclinées.

20 Des échantillons du mélange réactionnel ont été régulièrement prélevés et le déroulement de la réaction a été surveillé par l'intermédiaire du pH. Après 11 jours à 160°C, la température du mélange réactionnel a été brusquement abaissée à la température ambiante et le produit a été évacué. La substance a ensuite été filtrée; le produit solide obtenu a été lavé à l'eau déminéralisée et séché pendant plusieurs heures à 110°C.

25 L'analyse du Si, Al et Na dans le produit a été effectuée par spectroscopie d'absorption atomique. On a trouvé la composition molaire suivante :

100 SiO₂ : 5,4 Al₂O₃ : 2,64 Na₂O.

30 Le produit solide séché a été analysé par diffraction X de poudres et identifié comme étant un mélange de zéolithe NU-88 et d'analcime; la composition était approximativement la suivante : 85 % NU-88/15 % analcime.

Exemple 6 : Synthèse de zéolithe NU-88 avec du PentPyrr

Un mélange réactionnel de composition molaire

5 60 SiO₂ : 1,50 Al₂O₃ : 18 Na₂O : 10 PentPyrr : 3000 H₂O

a été préparé à partir de

45,06 g de "CAB-O-SIL" (BDH Ltd)

10 15,931 g de solution d'aluminate de sodium
(composition en % poids : 12,00 % Al₂O₃; 24,44 % Na₂O; 63,56 % H₂O)

13,0 g de pastilles d'hydroxyde de sodium

50,4 g de PentPyrr (composition en % poids : 99,26 % organique; 0,74 % H₂O)

662 g d'eau.

15

Le mélange a été préparé selon le mode opératoire suivant :

A - solution contenant l'hydroxyde de sodium et l'aluminate de sodium dans de l'eau
(approximativement 200 g)

20 B - solution contenant le PentPyrr dans de l'eau (approximativement 150 g)

C - dispersion de CAB-O-SIL dans l'eau restante.

La solution A a été ajoutée à la dispersion C sous agitation; la solution B a ensuite été ajoutée. L'agitation a été poursuivie jusqu'à obtention d'un gel homogène. Le mélange

25 obtenu a ensuite été transféré dans un autoclave en acier inoxydable d'une capacité de 1 litre. La température du mélange a été portée à 160°C. Cette température a été maintenue pendant toute la durée de la réaction. De plus, l'agitation a été maintenue au moyen d'un agitateur à palettes inclinées.

30 Des échantillons du mélange réactionnel ont été régulièrement prélevés et le déroulement de la réaction a été surveillé par l'intermédiaire du pH. Après 12 jours à 160°C, la température du mélange réactionnel a été brusquement abaissée à la température ambiante et le produit a été évacué. La substance a ensuite été filtrée; le produit solide obtenu a été lavé à l'eau déminéralisée et séché pendant plusieurs
35 heures à 110°C.

L'analyse du Si, Al et Na dans le produit a été effectuée par spectroscopie d'émission atomique. On a trouvé la composition molaire suivante :

100 SiO₂ : 4,7 Al₂O₃ : 0,20 Na₂O.

5

Le produit solide séché a été analysé par diffraction X de poudres et identifié comme étant de la zéolithe NU-88; le diagramme obtenu est conforme aux résultats présentés au tableau 1.

10 Exemple 7 : Synthèse de zéolithe NU-88 avec de l'HexPyrr

Un mélange réactionnel de composition molaire

60 SiO₂ : 2 Al₂O₃ : 18 Na₂O : 10 HexPyrr : 3000 H₂O

15

a été préparé à partir de

36,05 g de "CAB-O-SIL"

15,309 g de solution d'aluminate de sodium

20 (composition en % poids : 13,32 % Al₂O₃; 24,43 % Na₂O; 62,26 % H₂O)

9,6 g de pastilles d'hydroxyde de sodium

43,2 g d'HexPyrr (composition en % poids : 95,83 % organique; 4,17 % H₂O)

616 g d'eau distillée.

25 Le mélange a été préparé selon le mode opératoire suivant :

A - solution contenant l'hydroxyde de sodium et l'aluminate de sodium dans de l'eau (approximativement 200 g)

B - solution contenant l'HexPyrr dans de l'eau (approximativement 150 g)

30 C - dispersion du CAB-O-SIL dans l'eau restante.

La solution A a été ajoutée à la dispersion C sous agitation. La solution B a ensuite été ajoutée. L'agitation a été poursuivie jusqu'à obtention d'un gel homogène. Le mélange obtenu a ensuite été transféré dans un autoclave en acier inoxydable d'une

35 capacité de 1 litre. La température du mélange a été portée à 160°C. Cette

température a été maintenue pendant toute la durée de la réaction. De plus, l'agitation a été maintenue au moyen d'un agitateur à palettes inclinées.

Des échantillons du mélange réactionnel ont été régulièrement prélevés et le déroulement de la réaction a été surveillé par l'intermédiaire du pH. Après 12 jours à 160°C, la température du mélange réactionnel a été brusquement abaissée à la température ambiante et le produit a été évacué. La substance a ensuite été filtrée; le produit solide obtenu a été lavé à l'eau déminéralisée et séché pendant plusieurs heures à 110°C.

10

L'analyse du Si, Al et Na dans le produit a été effectuée par spectroscopie d'émission atomique. On a trouvé la composition molaire suivante :

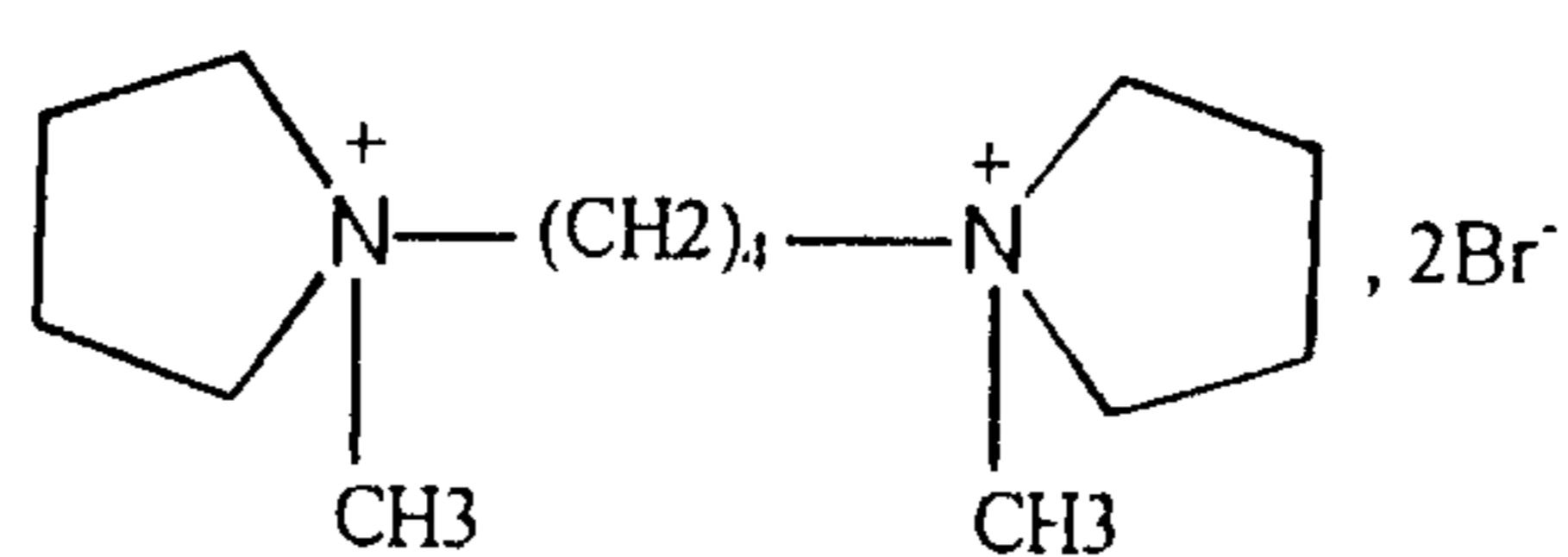
100 SiO₂ : 6,54 Al₂O₃ : 3,92 Na₂O.

15

Le produit solide séché a été analysé par diffraction X de poudres et identifié comme étant un mélange de zéolithe NU-88 et d'analcime; la composition était approximativement la suivante : 70 % NU-88/30 % analcime.

20 Exemple 8 : Synthèse de NU-88 avec une structure butane-1,4-bis(methylpyrrolidinium) bromure (TetraPyrr)

La structure du butane-1,4-bis(methylpyrrolidinium) bromure est la suivante :



Un mélange réactionnel de composition molaire :

60 SiO₂ : 1.5 Al₂O₃ : 15 Na₂O : 10 TetraPyrr : 3000 H₂O

30 a été préparé à partir de

24,03g "CAB-O-SIL" (BDH Ltd)

9,711 g de solution d'aluminate de sodium

(composition en % poids : 10,52 % Al₂O₃ ; 21,56% Na₂O ; 67,92% H₂O)

5,30 g de pastilles d'hydroxyde de sodium
 25,81 g de TetraPyrr (composition en % poids : 99,25% TetraPyrr ; 0,25% H₂O))
 352,45 g d'eau distillée.

5 Le mélange a été préparé selon le mode opératoire suivant :

- A - solution contenant l'hydroxyde de sodium et l'aluminate de sodium dans de l'eau (approximativement 120 g)
- B - solution contenant le TetraPyrr dans de l'eau (approximativement 120 g)
- 10 C - dispersion du CAB-O-SIL dans l'eau restante.

La solution A a été ajoutée à la dispersion C, sous agitation ; on a ensuite ajouté la solution B. L'agitation a été poursuivie jusqu'à obtention d'un gel homogène. Le mélange obtenu a ensuite été transféré dans un autoclave en acier inoxydable d'une 15 capacité de 1 litre. Le mélange a été porté à une température de 160° C. Cette température a été maintenue pendant toute la durée de la réaction. De plus le mélange a été maintenu sous agitation à 45 tours/minute dans un système rotatif.

Après 10 jours à 160° C, la température du mélange réactionnel a été brusquement 20 abaissée à température ambiante et le produit a été évacué. La substance a été ensuite filtrée ; le produit solide a été lavé à l'eau déminéralisée et séché pendant plusieurs heures à 110°C.

L'analyse du Si, Al et Na dans le produit a été effectuée par spectroscopie d'émission 25 atomique; on a trouvé la composition molaire suivante :

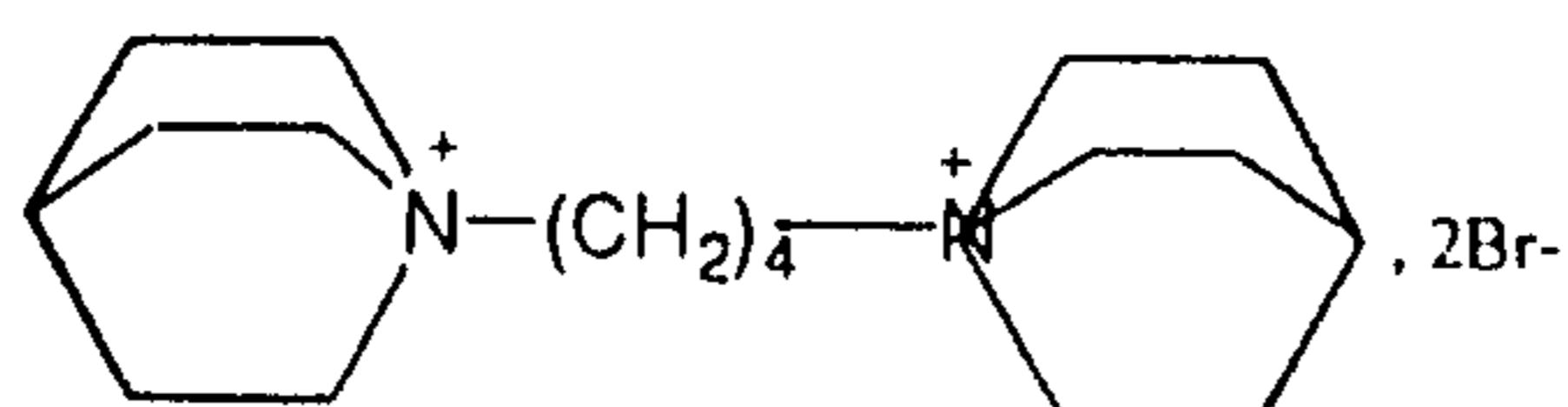
$$100 \text{ SiO}_2 : 4,46 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 2,72 \text{ Na}_2\text{O}$$

Le produit solide séché a été analysé par diffraction X de poudre et identifié comme 30 étant de la zéolithe NU-88.

Exemple 9 : Synthèse de NU-88 avec une structure butane-1,4-bis(bisquinuclidinium) bromure (TetraBisQ)

35 La structure du butane-1,4-bis(bisquinuclidinium) bromure est la suivante :

32



Un mélange réactionnel de composition molaire

60 SiO₂ : 1.5 Al₂O₃ : 10 Na₂O : 10 TetraBisQ : 3000 H₂O

5

a été préparé à partir de :

3,00 g "CAB-O-SIL" (BDH Ltd)

1,214 g de solution aluminate de sodium

10 (composition en % poids : 10,52% Al₂O₃ ; 21,56% Na₂O ; 67,92% H₂O)

0,33 g de pastilles d'hydroxyde de sodium

3,85 g de TetraBisQ (composition en % poids : 94,8% TetraBisQ ; 5,2% H₂O))

43,94 g d'eau distillée.

15 Le mélange a été préparé selon le mode opératoire suivant :

A - solution contenant l'hydroxyde de sodium et l'aluminate de sodium dans de l'eau (approximativement 11g)

20 B - solution contenant le Tetra-bisQ dans de l'eau (approximativement 11 g)

C - dispersion du CAB-O-SIL dans l'eau restant.

La solution A a été ajoutée à la dispersion C, sous agitation ; on a ensuite ajouté la solution B. L'agitation a été poursuivie jusqu'à obtention d'un gel homogène. Le mélange obtenu a ensuite été transféré dans un autoclave en acier inoxydable d'une capacité de 75 ml. Le mélange a été porté à une température de 180° C. Cette température a été maintenue pendant toute la durée de la réaction. De plus le mélange a été maintenu sous agitation à 45 tours/minute dans un système rotatif.

30

Après 12 jours à 180° C, la température du mélange réactionnel a été brusquement abaissée à température ambiante et le produit a été évacué. La substance a été ensuite filtrée ; le produit solide a été lavé à l'eau déminéralisée et séché pendant plusieurs heures à 110°C.

35

L'analyse du Si, Al et Na dans le produit a été effectuée par spectroscopie d'émission atomique; on a trouvé la composition molaire suivante :



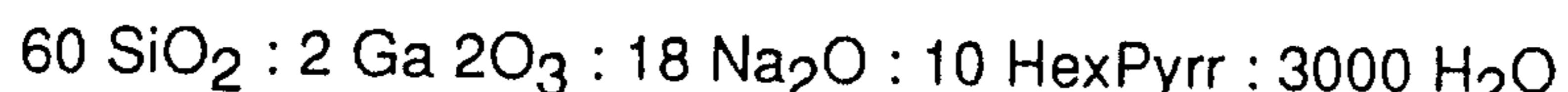
5

Le produit solide séché a été analysé par diffraction X de poudre identifié comme étant de la zéolithe NU-88.

Exemple 10 : Synthèse de Ga-NU-88

10

Un mélange réactionnel de composition



15 a été préparé à partir de

36,05 g de "CAB-O-SIL" (BDH Ltd)

21,872 g de solution de gallate de sodium

(composition en % poids : 17,14 % Ga_2O_3 ; 23,84 % Na_2O ; 59,01 % H_2O)

20 7,7 g de pastilles d'hydroxyde de sodium

42,2 g d'HexPyrr

(composition en % poids : 99,01 % organique; 1,99 % H_2O)

524 g d'eau.

25 Le mélange a été préparé selon le mode opératoire suivant :

A - solution contenant l'hydroxyde de sodium et le gallate de sodium dans de l'eau (approximativement 150 g)

B - solution contenant l'HexPyrr dans de l'eau (approximativement 100 g)

30 C - dispersion de CAB-O-SIL dans l'eau restante.

La solution A a été ajoutée à la dispersion C sous agitation; la solution B a ensuite été ajoutée. L'agitation a été poursuivie jusqu'à obtention d'un gel homogène. Le mélange obtenu a ensuite été transféré dans un autoclave en acier inoxydable d'une capacité de 1 litre. La température du mélange a été portée à 160°C. Cette température a été

35

34

maintenue pendant toute la durée de la réaction. De plus, l'agitation a été maintenue au moyen d'un agitateur à palettes inclinées.

Des échantillons du mélange réactionnel ont été régulièrement prélevés et le déroulement de la réaction a été surveillé par l'intermédiaire du pH. Après 10 jours à 160°C, la température du mélange réactionnel a été brusquement abaissée à la température ambiante et le produit a été évacué. La substance a ensuite été filtrée; le produit solide obtenu a été lavé à l'eau déminéralisée et séché pendant plusieurs heures à 110°C.

10

L'analyse du Si, Ga et Na dans le produit a été effectuée par spectroscopie d'émission atomique. On a trouvé la composition molaire suivante :

100 SiO₂ : 5,35 Ga₂O₃ : 1,07 Na₂O.

15

Le produit solide séché a été analysé par diffraction X de poudres et identifié comme étant du Ga-NU-88; le diagramme obtenu est conforme aux résultats présentés au tableau 1.

20 Exemple 11 : Préparation de H-NU-88

Une partie du produit de l'exemple 3 a été calcinée sous azote pendant 24 heures à 550°C; cette étape a été immédiatement suivie par une seconde calcination sous air, également à 550°C pendant 24 heures.

25

La substance obtenue a ensuite été mise en contact pendant 2 heures à température ambiante avec une solution aqueuse à 1 mole de chlorure d'ammonium en utilisant 50 ml de solution par gramme de produit calciné solide. La substance a ensuite été filtrée, lavée à l'eau permutée et séchée à 110°C. Ce traitement a été répété. La 30 substance a ensuite été calcinée sous air pendant 24 heures à 550°C.

L'analyse du Si, Al et Na dans le produit, effectuée par spectroscopie d'émission atomique, a donné la composition molaire suivante :

100 SiO₂ : 4,05 Al₂O₃ : < 0,004 Na₂O.

35

Exemple 12 : Préparation de H-NU-88

Une partie du produit de l'exemple 6 a été calcinée sous azote pendant 24 heures à 550°C; cette étape a été immédiatement suivie d'une seconde calcination sous air à 5 450°C, pendant 24 heures.

La substance obtenue a ensuite été mise en contact pendant 2 heures à température ambiante avec une solution aqueuse à 1 mole de chlorure d'ammonium en utilisant 50 10 ml de solution par gramme de produit calciné solide. La substance a ensuite été filtrée, lavée à l'eau permutée et séchée à 110°C. Ce traitement a été répété. La substance a ensuite été calcinée sous air pendant 24 heures, à 550°C. Le produit calciné a été analysé en diffraction des rayons X. Le diffractogramme obtenu est donné figure 2 [en abscisse 2θ (Cu K alpha) et en ordonnée l'intensité I (unité arbitraire)]. Le diagramme de diffraction X est en accord avec le tableau 2.

15

L'analyse du Si, Al et Na dans le produit, effectuée par spectroscopie d'émission atomique, a donné la composition molaire suivante :



20 Exemple 13 : Evaluation des propriétés catalytiques de la zéolithe H-NU-88 en craquage du méthylcyclohexane

1,2 g de zéolithe H-NU-88, préparée dans l'exemple 11, sont introduits dans un réacteur à lit fixe, tubulaire. La température du réacteur est portée à 500°C, puis le 25 méthylcyclohexane est introduit dans le réacteur. Le gaz diluant utilisé est de l'azote et le rapport molaire N₂/cyclohexane admis dans le réacteur est de 12. La vitesse spatiale de méthylcyclohexane, c'est à dire la masse de méthylcyclohexane utilisé par par 30 unité de masse de zéolithe H-NU-88 et par unité de temps est telle qu'elle permette d'obtenir une conversion de 60% poids. Les sélectivités pour les différents produits obtenus sont regroupés dans le tableau ci-après.

Composés	Sélectivités (% poids)
Gaz (C1+C2+C3+C4) oléfines et paraffines	46,7
Composés C5-C6	11,5
Composés en C7 isomères du méthylcyclohexane	2,6
Toluène + C8+ (1)	39,2

- (1) Composés comportant au moins 8 atomes de carbone
- 5 Cet exemple montre que la zéolithe H-NU-88 est suffisamment active pour conduire au craquage du méthylcyclohexane et une sélectivités en gaz (C1-C4) de 46,7 % poids pour une conversion de 60% poids.

Les réalisations de l'invention au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définis comme il suit :

1 - Zéolithe caractérisée par :

5 -i) une composition chimique exprimée sur une base anhydre, en termes de rapports molaires d'oxydes, par la formule :



10 où m est égal ou inférieur à 10,

p est égal ou inférieur à 20,

R représente un ou plusieurs cations de valence n ,

X est le silicium et/ou le germanium,

Y est choisi dans le groupe formé par les éléments suivants : l'aluminium, le fer,

15 le gallium, le bore, le titane, le vanadium, le zirconium, le molybdène, l'arsenic,

l'antimoine, le chrome et le manganèse, et

-ii) le fait qu'elle présente, sous forme brute de synthèse, un diagramme de diffraction X comportant les résultats présentés dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1 : Tableau de diffraction des rayons X de la zéolithe NU-88
(brute de synthèse)

$d_{hkl} (10^{-10} m)$	I/I_{max}
12,1±0,35	F ou TF (1)
11,0±0,30	F (1)
9,88±0,25	m (1)
6,17±0,15	f
3,97±0,09	TF (2)
3,90±0,08	TF (2)
3,80±0,08	f (2)
3,66±0,07	tf
3,52±0,07	tf
3,27±0,07	tf
3,09±0,06	f
2,91±0,06	f
2,68±0,06	tf
2,49±0,05	tf
2,20±0,05	tf
2,059±0,05	f
1,729±0,04	tf

- 5 (1) Ces pics ne sont pas résolus et font partie d'un même massif.
 (2) Ces pics ne sont pas résolus et font partie du même massif.

2 - Zéolithe selon la revendication 1 telle que m est compris entre 0,6 et 8.

10 3 - Zéolithe caractérisée par :

- i) une composition chimique exprimée sur une base anhydre, en termes de rapports molaires d'oxydes, par la formule
 $100 X\text{O}_2 : \text{inférieur ou égal à } 10 Y_2\text{O}_3 : \text{inférieur ou égal à } 10 M_2\text{O}$,
 où X est le silicium et/ou le germanium,

Y est choisi dans le groupe formé par les éléments suivants : l'aluminium, le fer, le gallium, le bore, le titane, le vanadium, le zirconium, le molybdène, l'arsenic, l'antimoine, le chrome et le manganèse, et

5 M est au moins un cation de métal alcalin (groupe IA de la Classification Périodique des Eléments) et/ou l'ammonium et/ou l'hydrogène,

- ii) le fait qu'elle présente, sous forme calcinée, un diagramme de diffraction X comportant les résultats présentés dans le tableau 2 suivant :

10 Tableau 2 : Tableau de diffraction des rayons X de la zéolithe NU-88
(forme hydrogène)

$d_{hkl} (10^{-10}m)$	I/I_{max}
$12,1 \pm 0,35$	TF(1)
$11,0 \pm 0,30$	F ou TF (1)
$9,92 \pm 0,25$	f ou m (1)
$8,83 \pm 0,20$	tf
$6,17 \pm 0,15$	f
$3,99 \pm 0,10$	F ou TF (2)
$3,91 \pm 0,08$	TF (2)
$3,79 \pm 0,08$	f ou m (2)
$3,67 \pm 0,07$	tf
$3,52 \pm 0,07$	tf
$3,09 \pm 0,06$	f
$2,90 \pm 0,06$	f
$2,48 \pm 0,05$	f
$2,065 \pm 0,05$	f
$1,885 \pm 0,04$	tf
$1,733 \pm 0,04$	tf

- 15 (1) Ces pics ne sont pas résolus et font partie d'un même massif.
(2) Ces pics ne sont pas résolus et font partie du même massif.

40

4 - Zéolithe selon l'une des revendications 1 ou 2 ayant la composition chimique exprimée sur une base anhydre, en termes de rapports molaires d'oxydes suivante :

100 XO₂ : inférieur ou égal à 10 Y₂O₃ : inférieur ou égal à 10 Q : inférieur ou égal à 10 M₂O,

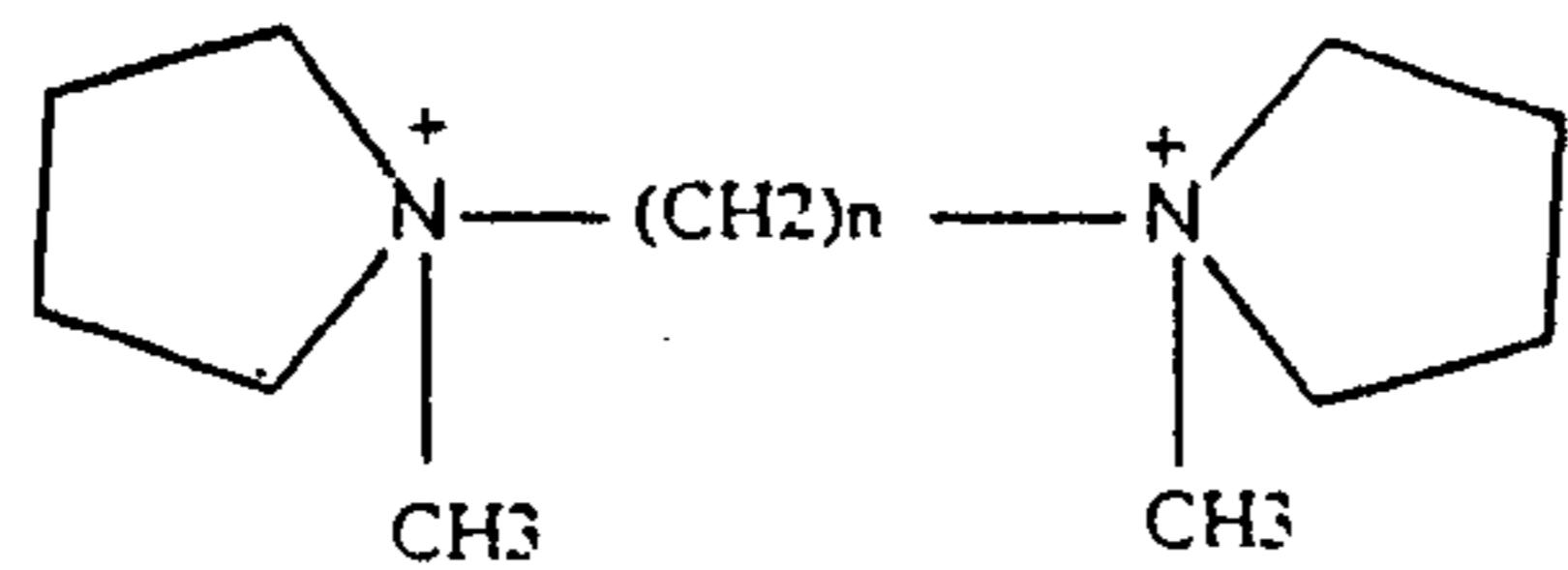
5 X est le silicium et/ou le germanium,

Y est choisi dans le groupe formé par les éléments suivants : l'aluminium, le fer, le gallium, le bore, le titane, le vanadium, le zirconium, le molybdène, l'arsenic, l'antimoine, le chrome et le manganèse, et

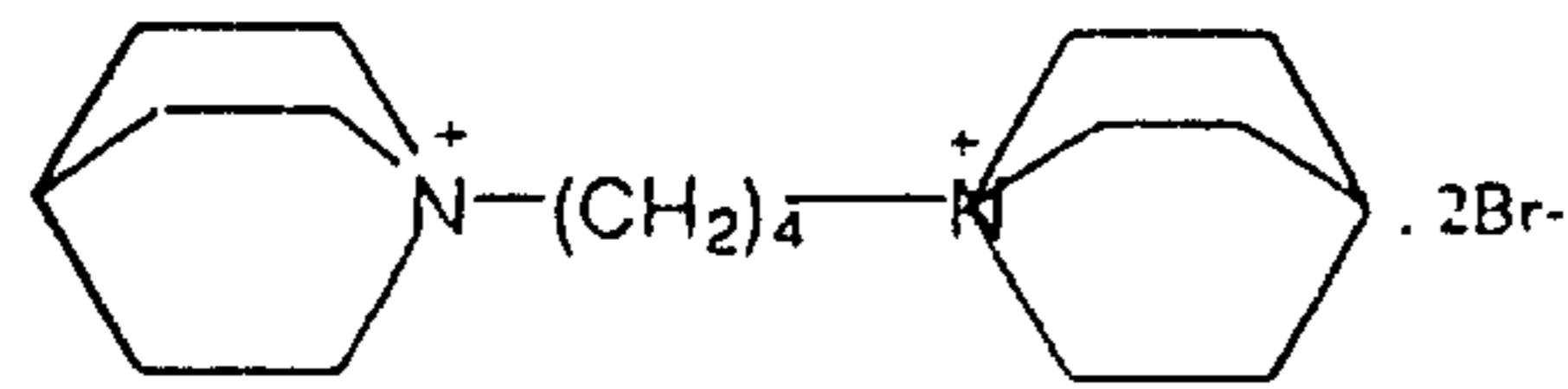
10 où M est au moins un cation de métal alcalin (groupe IA de la Classification Périodique des Eléments) et/ou l'ammonium, et Q est au moins un cation organique azoté ou un précurseur de cation organique azoté ou un produit de décomposition de cation organique azoté.

15 5 - Zéolithe selon la revendication 4 telle que :

Q est un cation de bis(méthyl pyrrolidinium), ou un de ses produits de décomposition ou un de ses précurseurs, de formule générale

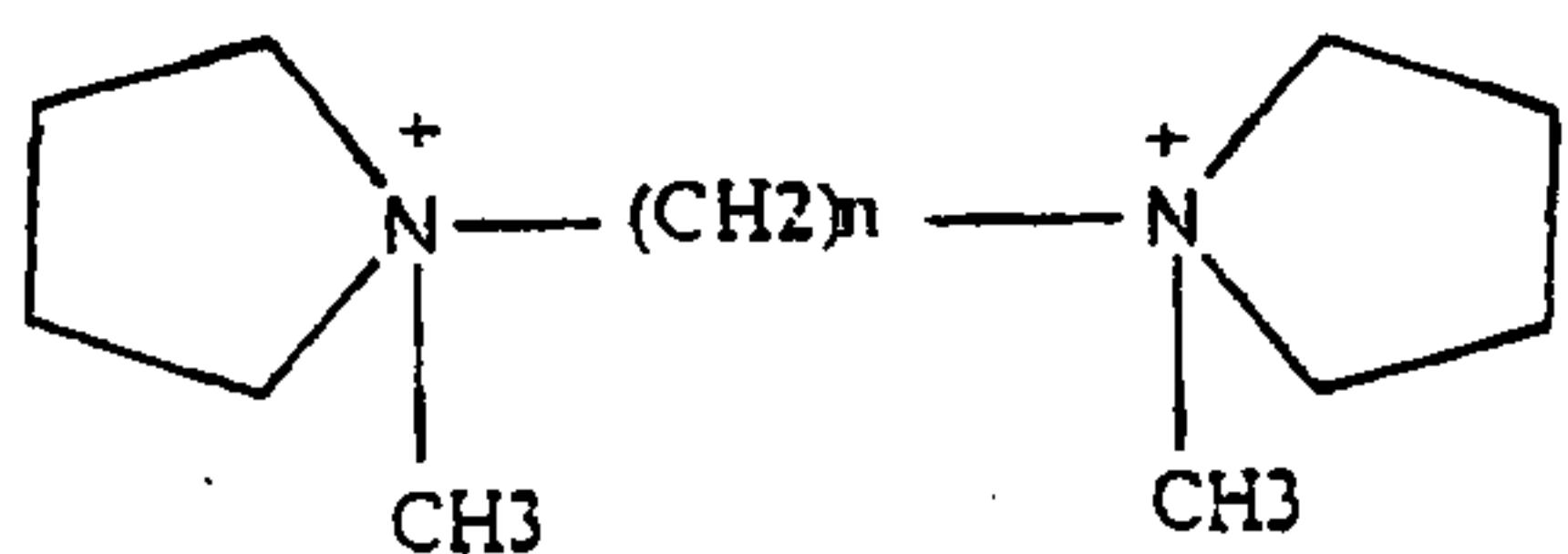


avec n = 4, 5 ou 6, ou Q est le butane-1,4-bis(bisquinuclidinium) bromure, ou un de ses produits de décomposition ou un de ses précurseurs, de formule chimique suivante :

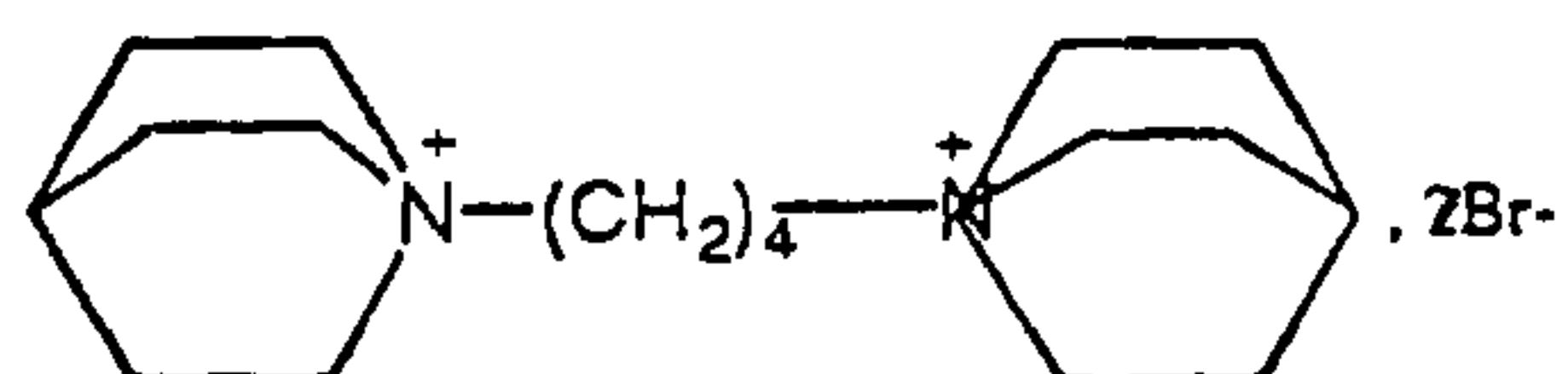


30 6 - Zéolithe selon l'une des revendications 4 ou 5 telle que Q est l'hexane-1,6-bis(méthylpyrrolidinium) bromure, le pentane-1,5-bis(méthylpyrrolidinium) bromure, le butane-1,4-bis(méthylpyrrolidinium) bromure ou le butane-1,4-bis(quinuclidinium) bromure.

7. Zéolithe selon l'une des revendications 1 à 6, telle que X est le silicium et Y est l'aluminium.
8. Zéolithe selon l'une quelconque des revendication 1, 2, 4, 5, 6 ou 7 au moins en partie sous forme H⁺ ou NH₄⁺ ou métallique, ledit métal étant choisi dans le groupe formé par les groupes IA, IB, IIA, IIB, IIIA, IIIB (y compris les terres rares), VIII, Sn, Pb et Si.
9. Procédé de préparation de la zéolithe selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel on fait réagir un mélange aqueux comportant au moins une source d'au moins un oxyde XO₂, au moins une source d'au moins un oxyde Y₂O₃, au moins une source d'au moins un oxyde M₂O et au moins un cation organique Q azoté, ou leurs précurseurs, le mélange présentant la composition molaire suivante:
 XO₂/Y₂O₃ au moins 10,
 (R_{1/n})OH/XO₂ de 0,01 à 2,
 H₂O/XO₂ de 1 à 500,
 Q/XO₂ de 0,005 à 1,
 L_pZ/XO₂ de 0 à 5
 où X est le silicium et/ou le germanium,
 Y est choisi dans le groupe formé par les éléments suivants: aluminium, fer, bore, titane, vanadium, zirconium, molybdène, arsenic, antimoine, gallium, chrome, manganèse,
 R est un cation de valence n qui comporte M (un cation de métal alcalin et/ou de l'ammonium), et/ou Q, Q étant un cation de bis(méthyl pyrrolidinium), ou un de ses produits de décomposition ou un de ses précurseurs, de formule générale:



avec $n = 4, 5$ ou 6 , ou Q étant le butane-1,4-bis(bisquinuclidinium) bromure, ou un de ses produits de décomposition ou un de ses précurseurs, de formule chimique suivante:



L_pZ est un sel, Z étant un anion de valence p et L , un ion de métal alcalin ou 10 ammonium, ou un mélange de M et d'un autre ion de métal alcalin ou un ion ammonium nécessaire pour équilibrer l'anion Z .

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel Z est un ion de métal alcalin ou ammonium similaire à M .
11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, dans lequel Z comprend un radical acide.
12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel le radical acide est ajouté à Z sous la forme d'un sel de L ou d'un sel d'aluminium.
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, tel que Q est l'hexane-1,6-bis(méthylpyrrolidinium) bromure, le pentane-1,5-bis(méthylpyrro-20 lidinium) bromure, le butane-1,4-bis(méthylpyrrolidinium) bromure ou le butane-1, 4-bis(quinuclidinium) bromure.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, tel que le milieu aqueux comprend du sel L_pZ .
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, comprenant en plus une calcination.

16. Procédé de préparation selon l'une quelconque des revendications 9 à 15, comprenant en plus une étape d'échange de H⁺ ou de NH₄⁺.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 16, comprenant en plus une étape d'échange de métal choisi dans le groupe formé par les groupes IA, IB, IIA, IIB, IIIA, IIIB (y compris les terres rares), VIII, Sn, Pb et Si.

18. Catalyseur comprenant une zéolithe selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 ou préparée selon l'une quelconque des revendications 9 à 15.

19. Catalyseur selon la revendication 18, comprenant en outre un liant ou un support ou une autre zéolithe ou un métal choisi dans le groupe formé par les éléments Cu, Ag, Ga, Mg, Ca, Sr, Zn, Cd, B, Al, Sn, Pb, V, P, Sb, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Co, Ni, Pt, Pd, Re et Rh.

20. Procédé de conversion d'hydrocarbures utilisant un catalyseur selon l'une des revendications 18 ou 19.

21. Procédé de conversion d'hydrocarbures selon la revendication 20 au cours duquel on met en contact un alkylbenzène ou un mélange d'alkylbenzènes dans des conditions d'isomérisation, en phase vapeur ou liquide, avec un catalyseur contenant de la zéolithe NU-88.

22. Procédé d'isomérisation ou d'hydroisomérisation du xylène selon la revendication 21.

23. Procédé de conversion d'hydrocarbures selon la revendication 20, dans lequel on réalise l'isomérisation et l'hydro-isomérisation de paraffines normales comprenant de 4 à 10 atomes de carbone par molécule.

24. Procédé de conversion d'hydrocarbures selon la revendication 20, dans lequel on réalise l'isomérisation d'oléfines.

25. Procédé de conversion d'hydrocarbures selon la revendication 20, dans lequel on réalise le déparaffinage catalytique.
26. Procédé de conversion d'hydrocarbures selon la revendication 20, dans lequel on met en contact un ou plusieurs composés aromatiques alkylés dans des conditions de transalkylation, en phase vapeur ou en phase liquide, avec un catalyseur contenant de la zéolithe NU-88.
27. Procédé de transalkylation et/ou de dismutation des xylènes selon la revendication 26.
28. Procédé de dismutation et/ou de transalkylation du toluène et de 10 composés aromatiques comprenant au moins 9 atomes de carbone par molécule selon la revendication 26.
29. Procédé de conversion d'hydrocarbures selon la revendication 20, dans lequel on met en contact un composé oléfinique ou aromatique avec un composé alkylant approprié dans des conditions d'alkylation, en phase vapeur ou en phase liquide, avec un catalyseur contenant de la zéolithe NU-88.
30. Procédé de conversion d'hydrocarbures selon la revendication 20, dans lequel on conduit des réactions d'oligomérisation, de cyclisation et/ou d'aromatisation sur des composés insaturés ou sur des composés saturés ou sur des mélanges d'hydrocarbures.
- 20 31. Procédé de conversion d'hydrocarbures selon la revendication 20, dans lequel on conduit des réactions de craquage.
32. Procédé de conversion d'hydrocarbures selon la revendication 20, dans lequel on réalise des réactions d'hydrogénéation et/ou de déshydrogénéation.
33. Utilisation d'un catalyseur selon l'une des revendications 18 ou 19 dans laquelle on conduit une formation d'éthers.

34. Utilisation d'un catalyseur selon l'une des revendications 18 ou 19, dans laquelle on conduit l'élimination catalytique des oxydes d'azote.

35. Utilisation selon la revendication 34, dans lequel l'élimination est conduite par réduction.

36. Utilisation selon l'une des revendications 34 ou 35, dans lequel l'élimination est conduite par réduction par des composés azotés ou par des hydrocarbures.

FIG.1

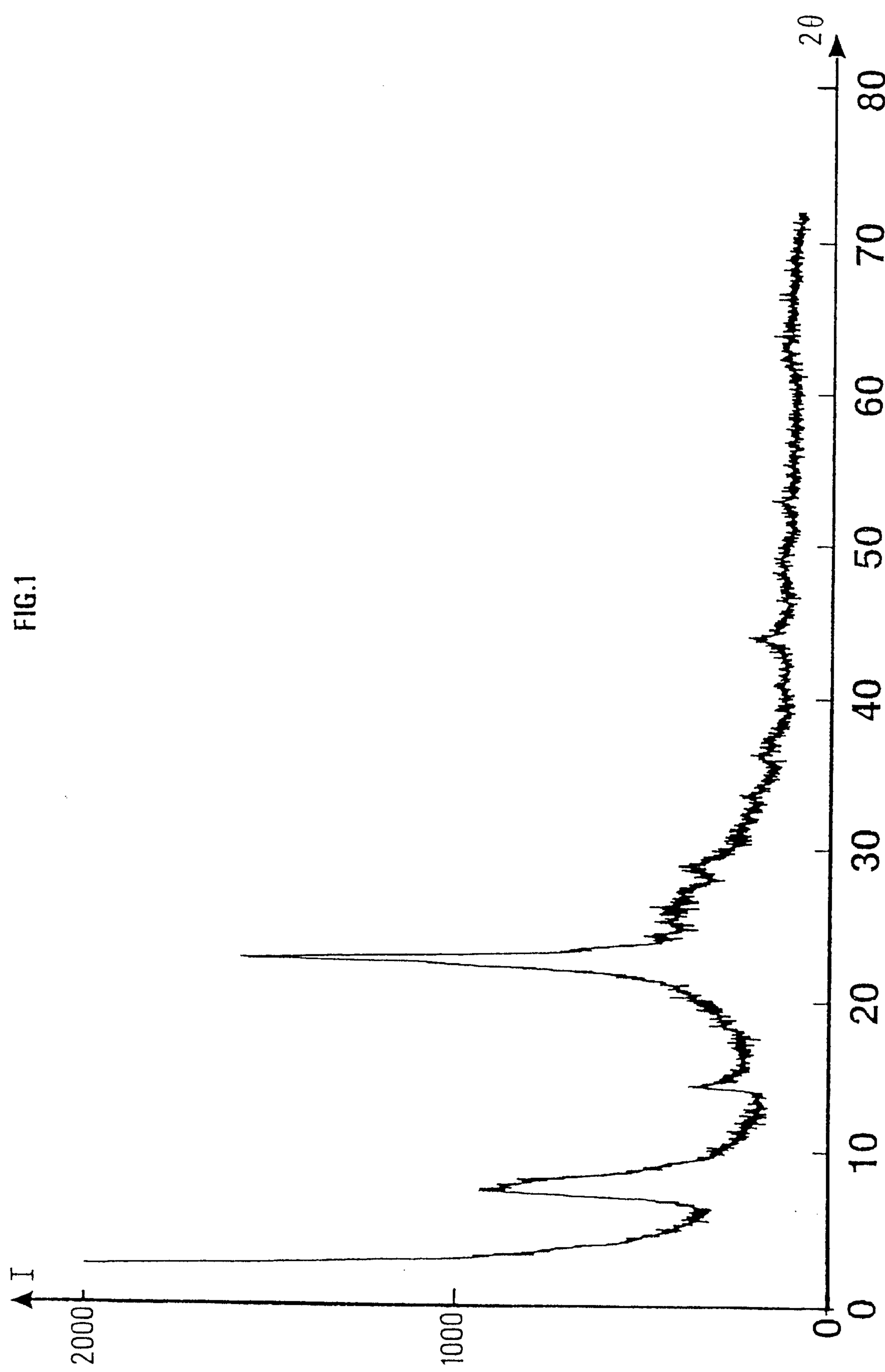


FIG.2

