

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 559 754**

②1 N° d'enregistrement national :

**84 02506**

⑤1 Int Cl<sup>\*</sup> : C 01 F 17/00.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 20 février 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 34 du 23 août 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : RHONE-POULENC SPECIALITÉS CHIMI-  
QUES. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Jean-Yves Chane-Ching et Jean-Yves Du-  
mousseau.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Marie-Claude Dutruc-Rosset, Rhône-  
Poulenc Recherches.

⑤4 Oxyde cérique à nouvelles caractéristiques morphologiques et son procédé d'obtention.

⑤7 La caractéristique de l'oxyde cérique de l'invention est qu'il présente une surface spécifique d'au moins  $85 \pm 5$  m<sup>2</sup>/g pour une température de mesure comprise entre 350 °C et 450 °C, de préférence 100 à 130 m<sup>2</sup>/g pour une température de mesure comprise entre 400 °C et 450 °C.

Il est obtenu selon un procédé qui consiste à hydrolyser une solution aqueuse d'un sel de cérium IV en milieu acide, à filtrer le précipité obtenu, à le laver, éventuellement à le sécher puis à le calciner.

Il peut être avantageusement utilisé dans le domaine de la catalyse comme catalyseur ou support catalytique.

FR 2 559 754 - A1

OXYDE CERIQUE A NOUVELLES CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES  
ET SON PROCEDE D'OBTENTION

La présente invention a pour objet un oxyde cérique à nouvelles caractéristiques morphologiques. Elle concerne également le procédé d'obtention dudit oxyde cérique.

Dans l'exposé qui suit de l'invention, on entend par surface spécifique, la surface spécifique B.E.T. déterminée selon la méthode BRUNAUER - EMMETT - TELLER, décrite dans le périodique "The Journal of American Society 1938, 60, 309".

L'oxyde cérique seul ou en mélange avec d'autres oxydes métalliques est utilisé comme catalyseurs pour la synthèse notamment du méthanol {C.R. Séances Acad. Sci. Ser. 2. 292 (12), 883-5 (1981)} ou dans des procédés de traitement des gaz résiduels (demande de brevet japonaise n° 76/62 616).

Pour avoir une bonne réactivité catalytique, il est souhaitable de disposer d'un oxyde cérique ayant la plus grande surface spécifique possible.

Or jusqu'à présent, la plupart des procédés d'obtention d'oxyde cérique ne permettent pas d'atteindre ce résultat.

On connaît par exemple, selon l'article de S. HORSLEY, J.M. TOWNER, M.B. WALDRON {Tirages Prelim. Symp. Eur. Metall. Poudres, 4 th. 1, paper 12, (1975)} un procédé de préparation d'oxyde de cérium IV par décomposition thermique de l'oxalate de cérium III.

Le traitement thermique effectué à 450°C conduit à l'obtention d'un oxyde cérique n'ayant une surface spécifique que de 69 m<sup>2</sup>/g.

On peut également citer l'article de R. Sh. MIKHAIL, R.M. GABR et R.B. FAHIN {J. Appl. Chem. 20, 7, 222-225 (1970)} qui s'intéressant à la structure de l'oxyde cérique ont étudié les caractéristiques de l'oxyde cérique préparé par calcination de l'hydroxyde cérique obtenu par traitement d'une solution de nitrate céreux par l'ammoniaque en présence d'eau oxygénée. On remarque cependant que l'oxyde cérique obtenu par calcination à 400°C présente une surface spécifique seulement de 80 m<sup>2</sup>/g.

La présente invention a précisément pour but de fournir un oxyde cérique présentant une grande surface spécifique c'est-à-dire au moins égale à  $85 \pm 5$  m<sup>2</sup>/g pour une température de mesure comprise entre 350°C et 450°C.

5 D'une manière préférentielle, l'oxyde cérique selon l'invention présente un maximum de surface spécifique soit 100 à 130 m<sup>2</sup>/g pour une température de mesure comprise entre 400°C et 450°C.

10 Une autre caractéristique de l'oxyde cérique selon l'invention est qu'il présente une faible évolution de la surface spécifique lorsqu'il est soumis à une élévation de température.

15 C'est ainsi qu'il présente une surface spécifique de l'ordre de 90 m<sup>2</sup>/g pour des températures d'utilisation respectivement de 300°C et 600°C, une surface spécifique de l'ordre de 120 m<sup>2</sup>/g à 400°C et que sa surface spécifique décroît au plus de 30 m<sup>2</sup>/g environ lorsqu'il est soumis à une hausse de température de 400°C à 600°C.

20 Enfin, une autre caractéristique de l'oxyde cérique selon l'invention est qu'il présente une répartition granulométrique fine et resserrée.

Il possède des dimensions d'agrégats allant de 0,2 à 2,0 µm. La méthode de mesure granulométrique étant basée sur une variation de l'adsorption aux rayons X provoquée par la sédimentation des particules par gravité.

25 Généralement, la taille des agrégats exprimée par le diamètre moyen ( $d_{50}$ ) varie de 0,5 à 1,5 µm, de préférence de 0,9 à 1,1 µm. On définit le diamètre moyen comme étant un diamètre tel que 50 % en poids des agrégats ont un diamètre supérieur ou inférieur au diamètre moyen.

30 Les écarts-types  $e_1$  et  $e_2$  qui sont définis par les rapports  $\frac{d_{84}}{d_{50}}$  et  $\frac{d_{50}}{d_{16}}$  sont compris dans un intervalle allant de 1,0 à 2,5.

35 Les figures 1 et 2 représentent des photographies prises au microscope électronique à balayage (à deux grossissements différents  $G = 1\ 200$  et  $G = 12\ 000$ ) qui montrent la morphologie du

type billes de l'oxyde cérique obtenu selon l'invention. On observe également une répartition granulométrique uniforme du produit obtenu.

L'invention a également pour objet un procédé d'obtention  
5 d'oxyde cérique de grande surface spécifique caractérisé par le fait qu'il consiste à hydrolyser une solution aqueuse d'un sel de cérium IV en milieu acide, à filtrer le précipité obtenu, à le laver, éventuellement à le sécher puis à le calciner.

Dans la première étape du procédé de l'invention, on  
10 réalise la préparation de l'hydrate d'oxyde cérique :  $CeO_2, 2 H_2O$ .

A cet effet, on part d'une solution de cérium IV qui peut être une solution aqueuse de nitrate cérique ou une solution aqueuse de nitrate cérique d'ammonium. Ladite solution peut contenir sans inconvénient du cérium à l'état céreux mais il est souhaitable  
15 pour avoir un bon rendement de précipitation qu'elle contienne au moins 85 % de cérium IV.

Le sel de cérium est choisi de telle sorte qu'il ne contienne pas d'impuretés qui puissent se retrouver, dans le produit final, après calcination. Il peut être avantageux de mettre  
20 en jeu un sel de cérium présentant un degré de pureté supérieure à 99 %.

La concentration de la solution de sel de cérium n'est pas un facteur critique, selon l'invention. Lorsqu'elle est exprimée en cérium IV, elle peut varier entre 0,3 et 2 moles par litre.

25 Le milieu d'hydrolyse est constitué par de l'eau qui est, de préférence, de l'eau distillée ou permutée.

L'hydrolyse est réalisée en milieu acide. L'acidité peut être apportée par le début de la réaction d'hydrolyse car la formation d'une mole d'hydrate d'oxyde cérique, est accompagnée par  
30 la libération de 4 protons.

L'acidité peut être apportée par ajout d'un acide minéral. D'une manière préférentielle, on choisit l'acide nitrique. On peut utiliser un acide qui peut être concentré ou dilué, par exemple, jusqu'à  $10^{-2}$  N.

Elle peut également provenir de la solution de nitrate cérique qui peut être légèrement acide et avoir une normalité variant entre 0,3 N et 5 N de préférence entre 0,3 N et 1 N.

Le milieu d'hydrolyse peut présenter une acidité allant de  $10^{-2}$  N jusqu'à 1,0 N.

La proportion entre la solution aqueuse de sel de cérium IV et le milieu d'hydrolyse (essentiellement l'eau) est telle que la concentration finale équivalente en cérium IV est comprise entre 0,2 et 0,8 mole/litre.

On définit la concentration finale équivalente en cérium IV par l'équation suivante :

$$[\text{Ce}^{\text{IV}} \text{ éq.}] = \frac{[\text{Ce}^{\text{IV}}] \times V'}{V + V'}$$

dans laquelle :

- $[\text{Ce}^{\text{IV}}]$  est la concentration en moles/litre de la solution de sel de cérium IV
- V représente le volume d'eau éventuellement additionné d'acide
- V' représente le volume de la solution de cérium IV.

L'hydrolyse du sel de cérium IV réalisée dans les conditions telles que décrites précédemment est effectuée d'une manière préférentielle entre 70°C et jusqu'à la température de reflux du milieu réactionnel qui se situe vers 100°C.

Il est plus aisé de travailler à la température de reflux qui est facile à contrôler et à reproduire.

Selon un mode de réalisation pratique de l'invention, on commence à chauffer l'eau contenant éventuellement de l'acide jusqu'à obtention de la température désirée choisie dans la zone prédéfinie.

On introduit alors, graduellement ou en continu la solution de sel de cérium IV : la durée d'addition de solution de sel de cérium IV est généralement comprise entre 1 heure et 4 heures. On se référera aux exemples pour l'illustration des débits d'addition de la solution de sel de cérium IV.

Après la fin de l'addition de ladite solution, on poursuit le chauffage jusqu'à précipitation complète du cérium IV

sous la forme de son hydrate. Cette durée peut varier dans de très larges limites de 1 à 24 heures mais généralement, de 2 à 8 heures supplémentaires de chauffage suffisent.

5 La deuxième étape du procédé consiste à filtrer après réaction la masse réactionnelle qui se présente sous la forme d'une suspension dont la température se situe entre 90°C et 100°C. Cette opération est effectuée avant ou après refroidissement de la masse réactionnelle à température ambiante c'est-à-dire entre 10°C et 25°C.

10 Selon une variante préférée du procédé de l'invention, on lave le gâteau de filtration afin d'éliminer les ions nitrate adsorbés sur le précipité.

Le lavage est opéré à l'aide d'un solvant organique. On peut faire appel aux hydrocarbures aliphatiques, cycloaliphatiques ou aromatiques ou à des alcools aliphatiques ou cycloaliphatiques tels que 15 le méthanol, l'éthanol, le n-propanol, l'isopropanol, le n-butanol, l'isobutanol, le néobutanol.

On effectue de un à plusieurs lavages et le plus souvent de un à trois lavages.

20 Après ce lavage, la teneur en eau du gâteau est comprise entre 20 et 80 % et généralement entre 20 et 50 %.

Le produit obtenu après filtration et lavage, est ensuite séché à l'air ou sous pression réduite de l'ordre de  $10^{-2}$  à 100 mm de mercure. La température de séchage peut varier entre 90°C et 200°C et le temps de séchage n'est pas critique et peut être 25 compris entre 10 et 48 heures.

Selon la dernière étape du procédé de l'invention, on calcine le produit séché à une température qui est de préférence choisie comme étant la température moyenne d'utilisation de l'oxyde cérique en tant que catalyseur.

30 La température de calcination est choisie entre 300°C et 600°C mais de préférence, entre 350°C et 450°C. Elle dure environ 30 minutes à 10 heures.

La borne inférieure définissant la gamme de température n'est pas critique et peut être abaissée.

35 Par contre, il n'y a pas intérêt à élever la limite supérieure de la température de calcination car l'on constate une chute de la surface spécifique de l'oxyde cérique obtenu. Par

ailleurs, on précisera que l'oxyde cérique obtenu présente un maximum de surface spécifique de l'ordre de 100 à 130 m<sup>2</sup>/g après calcination à une température de 400°C à 450°C.

On recueille, après la calcination, l'oxyde cérique avec un très bon rendement puisqu'il représente lorsqu'il est exprimé en cérium IV de 85 à 95 % du cérium IV présent dans la solution de sel de cérium IV de départ.

Par ailleurs, il est à noter que le procédé de l'invention se prête tout-à-fait bien à sa mise en oeuvre en continu.

10 Le procédé de l'invention peut être mis en oeuvre dans un appareillage classique. L'étape de précipitation de l'hydrate d'oxyde cérique s'effectue dans un réacteur équipé d'un dispositif de chauffage thermorégulé, des moyens usuels de contrôle de réaction (thermomètre), des moyens d'agitation (agitation à ancre ou à  
15 hélice), des moyens d'introduction des réactifs.

Ensuite, la filtration de la suspension obtenue peut être réalisée sur un filtre sous pression de gaz inerte tel que l'azote, sur un filtre sous pression réduite (Büchner, Nutche) ou bien sur un dispositif continu de filtration, par exemple, un filtre rotatif  
20 type Vernay ou un filtre à bande.

Le précipité est placé dans des nacelles en silice, porcelaine ou alumine puis soumis à l'opération de séchage qui peut être réalisée dans un dispositif quelconque de séchage, par exemple, dans une étuve ventilée ou maintenue sous pression réduite.

25 Il est ensuite soumis au traitement de calcination qui peut être effectué dans un four à chambre, tunnel, à moufles ou rotatif équipé d'un dispositif permettant de réguler la température au cours du traitement thermique.

Les applications de l'oxyde cérique obtenu selon le  
30 procédé de l'invention sont très nombreuses. On peut citer notamment les applications en tant que charge, liant, washcoat, épaississant, dispersant, renforçateur, pigment, adsorbant et matière première pour la fabrication de céramiques et de compositions de polissage du verre.

L'oxyde cérique selon l'invention présente une grande surface spécifique si bien qu'il est bien adapté pour être utilisé dans le domaine de la catalyse, comme catalyseur ou comme support catalytique.

5           Compte-tenu du fait que ladite surface spécifique évolue peu sous l'effet d'une brusque élévation de température il assure une bonne durée de vie au catalyseur.

Il peut être employé comme catalyseur ou support de catalyseur pour effectuer diverses réactions telles que, par  
10 exemple : la déshydratation, l'hydrosulfuration, l'hydrodénitrication, la désulfuration, l'hydrodésulfuration, la déshydrohalogénéation, le reformage, le reformage à la vapeur, le craquage, l'hydrocraquage, l'hydrogénation, la déshydrogénation, l'isomérisation, la dismutation, l'oxychloration, la déshydrocyclisation d'hydrocarbures  
15 ou autres composés organiques, les réactions d'oxydation et/ou de réduction, la réaction de Claus, le traitement des gaz d'échappement des moteurs à combustion interne, la démétallation, la méthanation, la shift conversion.

L'oxyde cérique de l'invention peut être utilisé seul ou  
20 en mélange avec d'autres oxydes.

En raison de sa grande réactivité chimique, il peut être utilisé avantageusement pour l'élaboration de supports mixtes de catalyseurs, par exemple,  $Al_2O_3$ -MgO-CeO<sub>2</sub> (cf. demande de brevet japonaise n° 78/40 077).

25           On donne ci-après des exemples qui illustrent l'invention sans toutefois la limiter.

#### EXEMPLE 1 -

Dans un ballon tricol de 6 litres muni d'un thermomètre, d'un dispositif d'agitation, d'un système d'introduction de réactif  
30 (pompe doseuse), d'un réfrigérant ascendant et équipé également d'un dispositif de chauffage, on introduit 4265 cm<sup>3</sup> d'eau permutée que l'on porte à ébullition.

On introduit à raison de 900 cm<sup>3</sup>/h, 2735 cm<sup>3</sup> d'une solution de nitrate cérique contenant 1,19 M/l de cérium IV,  
35 0,05 M/l de cérium III : ladite solution présente une acidité libre égale à 0,5 N et une pureté exprimée en CeO<sub>2</sub> supérieure à 99 %.

On obtient une solution ayant une concentration finale équivalente en cérium IV égale à 0,465 M/l.

On maintient la masse réactionnelle au reflux pendant 3 heures.

5 On effectue la filtration sur verre fritté (porosité n° 3).

On récupère 608 g d'un précipité d'hydrate d'oxyde cérique  $CeO_2 \cdot 2 H_2O$  ce qui fait un rendement en  $Ce^{IV}$  exprimé par rapport au  $Ce^{IV}$  contenu dans le nitrate cérique de 90 %.

10 On effectue successivement 3 lavages à l'éthanol (à raison de 1 000 cm<sup>3</sup> d'éthanol pour 608 g de précipité) : le précipité étant recueilli par centrifugation.

On sèche le précipité lavé dans une étuve pendant 48 heures à 105°C.

15 On met le précipité dans une nacelle en alumine et on le calcine ensuite dans un four à moufles durant 6 heures à 450°C.

L'oxyde cérique obtenu présente les propriétés physico-chimiques suivantes :

1 - Sa pureté est très bonne puisqu'il ne contient que 0,27 %  
20 en poids d'ions nitrate adsorbés.

2 - On caractérise la structure cristalline de l'oxyde cérique obtenu selon la méthode Debye-Scherrer en transmission : rayonnement monochromatique du molybdène ou du cuivre.

L'oxyde cérique préparé selon l'invention présente une  
25 structure type fluorine c'est-à-dire cubique face centrée.

Le paramètre et l'intensité de la structure type  $CaF_2$  sont les suivants :

- paramètre de maille  $a = 5,42 \pm 0,01 \text{ \AA}$

- taux de cristallisation  $t = 68 \%$

30 Le paramètre de maille de l'oxyde de cérique pur est de 5,411 Å (JCPDS 4 0593)

On note donc que le paramètre de maille est légèrement dilaté.

3 - Il présente une surface spécifique de 105 m<sup>2</sup>/g.

35 4 - Son analyse granulométrique met en évidence une répartition granulométrique resserrée.

On prépare une suspension de 2 à 3 g/l de  $\text{CeO}_2$  et l'on effectue l'analyse granulométrique à l'aide de l'instrument SEDIGRAPH 5000 D.

Cet appareil mesure le taux de sédimentation des particules en suspension et présente automatiquement ces résultats en une distribution en pourcentages cumulatifs en fonction des diamètres équivalents sphériques (basée sur la loi de Stokes).

L'appareil détermine, par le truchement d'un faisceau de rayons X très fin, la concentration en particules retenues en suspension à différentes hauteurs de sédimentation, comme une fonction du temps. Le logarithme de l'intensité du rayon X est électriquement généré et enregistré puis présenté linéairement en "pourcentages cumulatifs" (en plus petits que) sur l'axe Y d'un enregistreur XY. Pour limiter le temps requis par l'analyse, la cellule de sédimentation est continuellement en mouvement de sorte que la profondeur de la cellule de sédimentation est inversement proportionnelle au temps. Le mouvement de la cellule est synchronisé avec l'axe des X de l'enregistreur, pour indiquer directement le diamètre équivalent sphérique correspondant au temps écoulé à une profondeur de sédimentation donnée, l'information de la dimension est présentée sur une feuille logarithmique à 3 modules.

Les pourcentages cumulatifs obtenus en fonction des diamètres des agrégats sont les suivants :

- $d_{50} = 1,1 \text{ } \mu\text{m}$
- $d_{16} = 0,51 \text{ } \mu\text{m}$
- $d_{84} = 1,7 \text{ } \mu\text{m}$

Les écarts-types  $e_1$  et  $e_2$  sont :

$e_1$  qui est le rapport de  $\frac{d_{84}}{d_{50}}$  est égal à 1,5

$e_2$  qui est le rapport de  $\frac{d_{50}}{d_{16}}$  est égal à 2,11

### 3) EXEMPLE 2 -

On reproduit l'exemple 1 à la différence près que l'on introduit dans 1 155  $\text{cm}^3$  d'eau et 105,5  $\text{cm}^3$  d'acide nitrique concentré ( $\approx 14,5 \text{ N}$ ) portés au reflux, 740  $\text{cm}^3$  d'une solution de nitrate cérique contenant 1,25 M/l de cérium IV, 0,04 M/l de

cérium III et ayant une acidité libre égale à 0,63 N : l'acidité libre du milieu réactionnel est d'environ 1 N.

L'addition de ladite solution de nitrate cérique est faite à raison de 246 cm<sup>3</sup>/h.

5 On maintient la masse réactionnelle au reflux pendant 3 heures.

On effectue la filtration ce qui permet de récupérer 33 g d'hydrate d'oxyde cérique ce qui représente un rendement en Ce<sup>IV</sup> de 17 %.

10 On effectue les lavages et le séchage comme dans l'exemple 1.

On calcine le précipité obtenu, 6 heures à 400°C.

On obtient un oxyde cérique présentant une surface spécifique de 105 m<sup>2</sup>/g.

### 15 EXEMPLES 3 A 10 -

Dans cette série d'exemples, on met en évidence l'influence de la température de calcination sur la surface spécifique de l'oxyde cérique obtenu.

20 Chaque essai est conduit conformément au mode opératoire de l'exemple 2 mais en faisant varier chaque fois, la température de calcination.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Exemple	3	4	5	2	6	7	8	9	10
température de calcination	250	300	350	400	450	500	600	700	800
surface spécifique de CeO <sub>2</sub>	50	90	105	110	105	105	90	50	10

On note que la plus grande surface spécifique est obtenue après calcination de l'hydrate d'oxyde cérique vers 400°C.

RE V E N D I C A T I O N S

- 1 - Oxyde cérique caractérisé par le fait qu'il présente une surface spécifique d'au moins  $85 \pm 5$  m<sup>2</sup>/g pour une température de mesure comprise entre 350°C et 450°C.
- 2 - Oxyde cérique selon la revendication 1 caractérisé par le fait qu'il présente une surface spécifique de 100 à 130 m<sup>2</sup>/g pour une température de mesure comprise entre 400°C et 450°C.
- 3 - Oxyde cérique selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé par le fait qu'il présente une faible évolution de sa surface spécifique lorsqu'il est soumis à une élévation de température.
- 4 - Oxyde cérique selon la revendication 3 caractérisé par le fait que sa surface spécifique décroît au plus de 30 m<sup>2</sup>/g lorsqu'il est soumis à une élévation de température de 400°C à 600°C.
- 5 - Oxyde cérique selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé par le fait qu'il présente une répartition granulométrique fine et resserrée avec un diamètre moyen variant de 0,5 à 1,5 µm et des écarts-types  $e_1$  et  $e_2$  compris dans un intervalle allant de 1,0 à 2,5.
- 6 - Procédé d'obtention d'oxyde cérique décrit dans l'une des revendications 1 à 5 caractérisé par le fait qu'il consiste à hydrolyser une solution aqueuse d'un sel de cérium IV en milieu acide, à filtrer le précipité obtenu, à le laver, éventuellement à le sécher puis à le calciner.
- 7 - Procédé selon la revendication 6 caractérisé par le fait que la solution aqueuse de sel de cérium IV est une solution aqueuse de nitrate cérique ou une solution aqueuse de nitrate cérique d'ammonium.
- 8 - Procédé selon l'une des revendications 6 et 7 caractérisé par le fait que la concentration de la solution de sel de cérium exprimée en cérium IV est comprise entre 0,3 et 2 moles par litre.
- 9 - Procédé selon l'une des revendications 6 à 8 caractérisé par le fait que le milieu d'hydrolyse est de l'eau distillée ou permutée.

- 10 - Procédé selon l'une des revendications 6 à 9 caractérisé par le fait que le milieu d'hydrolyse présente une acidité allant de  $10^{-2}$  N jusqu'à 1,0 N.
- 11 - Procédé selon la revendication 10 caractérisé par le fait que l'acidité peut être apportée par le début de la réaction d'hydrolyse.
- 12 - Procédé selon la revendication 10 caractérisé par le fait que l'acidité est apportée par de l'acide nitrique.
- 13 - Procédé selon la revendication 10 caractérisé par le fait que l'acidité est apportée par une solution de nitrate cérique ayant une acidité de 0,3 N à 5 N.
- 14 - Procédé selon la revendication 13 caractérisé par le fait que la solution de nitrate cérique a une acidité de 0,3 N et 1 N.
- 15 - Procédé selon l'une des revendications 6 à 14 caractérisé par le fait que la proportion entre la solution aqueuse de sel de cérium IV et le milieu d'hydrolyse est telle que la concentration finale équivalente en cérium IV est comprise entre 0,2 et 0,8 mole/litre.
- 16 - Procédé selon l'une des revendications 6 à 15 caractérisé par le fait que la température du milieu réactionnel est comprise entre 70°C et 100°C environ.
- 17 - Procédé selon la revendication 16 caractérisé par le fait que la température du milieu réactionnel est la température de son reflux.
- 18 - Procédé selon l'une des revendications 16 et 17 caractérisé par le fait que l'on porte le milieu d'hydrolyse à la température réactionnelle et que l'on introduit graduellement ou en continu la solution de sel de cérium IV.
- 19 - Procédé selon la revendication 18 caractérisé par le fait que la durée d'addition de la solution de sel de cérium IV est comprise entre 1 heure et 4 heures.
- 20 - Procédé selon l'une des revendications 16 et 17 caractérisé par le fait que l'on maintient le chauffage pendant 1 à 24 heures après la fin de l'addition de la solution de sel de cérium IV.

- 21 - Procédé selon la revendication 20 caractérisé par le fait que l'on maintient le chauffage pendant 2 à 8 heures.
- 22 - Procédé selon l'une des revendications 6 à 21 caractérisé par le fait que l'on effectue la filtration du précipité avant ou  
5 après refroidissement de la masse réactionnelle.
- 23 - Procédé selon l'une des revendications 6 à 22 caractérisé par le fait que l'on effectue un ou plusieurs lavages du précipité à l'aide d'un solvant organique.
- 24 - Procédé selon la revendication 23 caractérisé par le fait  
10 que l'on effectue de un à trois lavages.
- 25 - Procédé selon l'une des revendications 23 et 24 caractérisé par le fait que le solvant organique est l'éthanol, l'isopropanol.
- 26 - Procédé selon l'une des revendications 6 à 25 caractérisé  
15 par le fait que l'on effectue l'étape de séchage à l'air ou sous pression réduite de l'ordre de  $10^{-2}$  à 100 mm de mercure, à une température comprise entre 90°C et 200°C pendant une durée comprise entre 10 et 48 heures.
- 27 - Procédé selon l'une des revendications 6 à 26 caractérisé  
20 par le fait que l'on effectue l'étape de calcination à une température comprise entre 300°C et 600°C pendant une durée d'environ 30 minutes à 10 heures.
- 28 - Procédé selon la revendication 27 caractérisé par le fait que la température de calcination est comprise entre 350°C et  
25 450°C.

Pi. unique

Figure 1

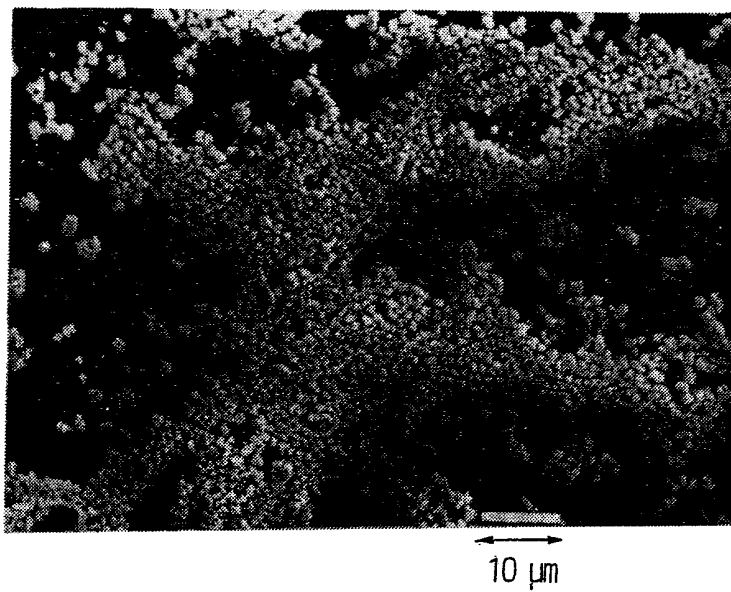


Figure 2

