

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 38720 B1** (51) Cl. internationale : **C04B 35/26; B01J 23/80**

(43) Date de publication :
31.07.2018

(21) N° Dépôt :
38720

(22) Date de Dépôt :
23.12.2015

(71) Demandeur(s) :
MASCIR (MORROCAN FOUNDATION FOR ADVANCED SCIENCE INNOVATION & RESEARCH), RUE MOHAMED EL JAZOULI, MADINAT AL IRFANE, Rabat 10100 RABAT 10100 (MA)

(72) Inventeur(s) :
BELAICHE MOHAMMED ; BRICHE SAMIR ; Yaakoubi Kaoutar

(74) Mandataire :
ABDELHAQ AMMANI

(54) Titre : **Ferrite photocatalytique élaboré par procédé sol-gel et ses applications**

(57) Abrégé : L'invention concerne un matériau ferrite photocatalytique permettant sous l'action d'un rayonnement UVA ou visible de décomposer des molécules organiques polluantes et des microorganismes. Elle concerne également le procédé d'élaboration du dit matériau photocatalytique basé sur les transformations sol-gel de sol mixte d'alkoxydes.

Ferrite photocatalytique élaboré par procédé sol-gel et ses applications

5

Abrégé :

L'invention concerne un matériau ferrite photocatalytique permettant sous l'action d'un
10 rayonnement UVA ou visible de décomposer des molécules organiques polluantes et des
microorganismes. Elle concerne également le procédé d'élaboration du dit matériau
photocatalytique basé sur les transformations sol-gel de sol mixte d'alkoxydes.

Ferrite photocatalytique élaboré par procédé sol-gel et ses applications

5 **Domaine de l'invention**

L'invention concerne le domaine de la photocatalyse. En particulier, elle concerne un matériau ferrite photocatalytique permettant sous l'action d'un rayonnement UVA ou visible de décomposer des molécules organiques polluantes et des microorganismes. Elle concerne également le procédé d'élaboration du dit matériau photocatalytique basé sur les transformations sol-gel de sol mixte d'alkoxydes métalliques.

Le matériau ferrite photocatalytique de la présente invention est utilisé sous forme de poudre compressée (pastille) ou de revêtement dans la purification de l'air, élimination des odeurs, limitation de la prolifération bactérienne en milieu hospitalier et médical, purification de l'eau, potabilisation de l'eau, détoxification des eaux de rinçage du matériel agricole ou industriel, élimination des nuisances olfactives.

En particulier le matériau photocatalytique de la présente invention est adapté à une utilisation comme matériau de purification de l'eau en l'enduisant à la surface de fibre textile, verre, métal, ou matière plastique, ou l'incorporer dans la fibre textile ou dans la matière plastique, ou l'utilisé sous forme de revêtement sur support divers.

20 **Art antérieur**

Depuis que Fujishima et Honda ont rapporté la décomposition photosensibilisée de l'eau en H_2 et O_2 (**Nature (1972) 238, 37-38**), beaucoup de recherches ont été entreprises sur l'application de matériau semi-conducteur photocatalytique dans des fonctions aussi de grande portée telle que la désodorisation de l'air, purification de l'air, les matériaux anti-buée, traitement de l'eau, les matériaux anti-bactériens, des matériaux auto-nettoyants, et des matériaux biomédicaux.

Le principe de base de la progression d'un processus photocatalytique peut être décrit comme suit. Après exposition de matériaux semi-conducteurs à une irradiation lumineuse correspondante à l'énergie de la bande interdite (tels que les UV, la lumière visible ou l'énergie solaire), l'excitation par les photons de la lumière amène les électrons dans la bande de valence des matériaux exposés à promouvoir dans la bande de conduction.

En conséquence les paires électrons (dans la bande de conduction) -trous (dans la bande de valence) sont formées. Après la migration à la surface du matériau, ces paires électron-trou peuvent subir des processus de transfert d'électrons avec des adsorbats de potentiels redox appropriés pour décomposer des composés organiques, y compris la désactivation des bactéries ou la dégradation de colorants organiques.

Le photocatalyseur conventionnel est le dioxyde de titane qui dispose d'une large bande interdite de 3,2 eV. Ainsi, il ne peut être excité que sous longueurs d'onde inférieure à 388 nm, soit sous irradiation UV. Ces longueurs d'onde ne constituent cependant que 4% de l'énergie solaire. Par conséquent, sa faible efficacité photo-catalytique sous lumière visible a limité son utilisation dans les applications intérieures et extérieures impliquant la décomposition de composés organiques. Il existe donc un fort besoin de matériau photocatalytique capable d'utiliser le spectre de la lumière visible, soit des longueurs d'onde dans la plage d'environ 400 à 700 nm qui constituent 43% de l'énergie solaire.

A cet effet, de nombreuses études ont accordé une attention particulière à la synthèse de photocatalyseurs actifs sous lumière visible (les bandes interdites entre 2,5 à 1,8 eV pour l'absorption de photon dans le visible (**Shu, Y., et al., J. Mater Chem. (2003) 13, 2996-3001**). A ce jour, le développement de matériaux photo-catalytiques sous irradiation visible peut être classé en trois directions de recherche :

- 1- La série des photocatalyseurs à base de TiO_2 conventionnel, dopé ou couplé à un semi-conducteur à bande interdite étroite, qui peuvent absorber une petite partie de la lumière visible (**Kumar, S., et al, Applied Catalysis 13; environnementale (2005) 57, 93-107; Bessekhoud, Y., et al, Catalyse Aujourd'hui (2005) 101, 315-321**). TiO_2 dopé avec Cr, V ou N produit un certain décalage vers le rouge dans la bande d'énergie résultant de l'absorbance d'une petite partie de la lumière dans le domaine visible. TiO_2 couplé avec des matériaux semi-conducteurs à bande interdite étroite qui jouent le rôle de sensibilisateurs, comme les hétérojonctions composées de $\text{Cu}_2\text{O}/\text{TiO}_2$, $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$, et $\text{ZnMn}_2\text{O}_4/\text{TiO}_2$ susceptible d'absorber une partie de la lumière visible.
- 2- Les matériaux à bande interdite étroites peuvent directement absorber une partie de la lumière visible à une seule fréquence, y compris certains composés binaires toxiques comme le CdS, ZnS, CdSe, ZnSe, CdTe et des matériaux multi-composants MTaO_2N (Ta^{5+} à base de nitrures (oxy)), $\text{Bi}_2\text{MnNbO}_7$, BiMO_4 , InMO_4 , (M représente un métal) etc. (**Peral, J.,**

et al, *J. Chem Technol Biotechnol* (1997) 70, 117-140;..... Yamasita D., et al, *Solid State Ionics* (2004) 172, 591-595).

3- Le dopage des matériaux multi-composant à large bande interdite (au-dessus de 3,1 eV) peut absorber une petite partie de la lumière visible en raison de certains décalage vers le rouge dans la bande d'énergie (Yamasita D., et al., 2004, supra). Par exemple, SrTiO₃ (3,2 eV bande interdite) dopé La, N, F, Cr ou Ta peut produire un décalage vers le rouge qui permet l'absorption de la lumière visible de la partie (Wang, J., *Journal de l'Europe Ceramic Society* (2005) 25, 3207-3212). Tous ces photo-catalyseurs ne peuvent utiliser qu'une partie de la lumière visible due à un décalage vers le rouge. Par conséquence, ils ont une très mauvaise efficacité photocatalytique.

Toutefois, ces stratégies de développement de photocatalyseur actif dans le visible, conduisent à des résultats moins intéressants dans la mesure où tous ces photocatalyseurs n'utilisent qu'une partie de la gamme visible, en conséquence ils présentent une très mauvaise activité photocatalytique sous lumière visible et ne peuvent être utilisés que pour des applications limitées tels que les désodorisants et les matériaux anti-buée.

Il subsiste donc un fort besoin d'un photocatalyseur capable d'absorber une plus large gamme du spectre de la lumière visible, de préférence toute la gamme de la lumière visible, à savoir la longueur d'onde d'environ 400 à environ 800 nm. Il est en outre souhaitable pour des applications anti-bactériens dans la lumière visible, que la vitesse de réaction photocatalytique pour les matériaux respectifs être plus rapide que le taux de croissance de la bactérie, pour que le matériau puisse empêcher la croissance bactérienne.

En conséquence, l'objet de la présente invention est de fournir une méthode et/ou une utilisation assurant une activité photocatalytique avec des propriétés permettant de surmonter quelques inconvénients évoqués ci-dessus.

Descriptif de l'invention

La solution que propose l'invention est la purification de l'eau par un procédé photocatalytique utilisant de préférence le rayonnement solaire ou un rayonnement visible

artificiel et permettant ainsi de se passer des produits oxydants dangereux pour l'environnement et la santé humaine.

5 A cet effet l'invention propose la réalisation d'un matériau ferrite photocatalytique pouvant, après son utilisation sous forme de poudre compressée (pastille) ou bien en tant que revêtement, d'être utilisé en milieu aqueux à l'intérieur comme à l'extérieur des bâtiments avec d'excellentes propriétés photocatalytiques à court terme comme à long terme et permettre son utilisation pour la purification des eaux polluées.

10 La présente invention a pour objet un matériau ferrite photocatalytique destiné à la purification des eaux polluées sous rayonnement solaire ou un rayonnement visible artificiel caractérisée en ce que le matériau ferrite photocatalytique est obtenu à partir d'une composition colloïdal issus de la synthèse sol-gel.

15 La présente invention a pour objet un matériau ferrite photocatalytique destiné à la purification des eaux polluées sous rayonnement solaire ou un rayonnement visible artificiel caractérisée en ce que la composition colloïdale issus de la synthèse sol-gel comprend au moins un sol ferrique et un sol de zinc.

20 La présente invention a pour objet un matériau ferrite photocatalytique destiné à la purification des eaux polluées sous rayonnement solaire ou un rayonnement visible artificiel caractérisée en ce que la composition colloïdale issus de la synthèse sol-gel conduit à l'obtention à la fois à des poudres et des revêtements photocatalytiques.

25 La présente invention a pour objet un matériau ferrite photocatalytique destiné à la purification des eaux polluées sous rayonnement solaire ou un rayonnement visible artificiel caractérisée en ce que la poudre photocatalytique est obtenue après l'hydrolyse de la composition colloïdal suivi d'un recuit.

30 L'invention propose également un procédé permettant d'obtenir une surface photocatalytique caractérisé en ce que l'on applique sur la surface à traiter la composition colloïdale. Ladite composition colloïdale formant un revêtement à la surface des éléments à revêtir, le support ainsi obtenu étant ensuite traité thermiquement pour être ensuite utilisé pour la purification des eaux polluées en irradiant la surface photocatalytique à l'aide d'un rayonnement d'origine naturelle comme la lumière solaire ou artificielle.

L'invention concerne aussi un procédé de purification des eaux polluées sous rayonnement solaire ou un rayonnement visible artificiel caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- i) immersion du matériau photocatalytique dans les eaux polluées
- 5 ii) exposition à un rayonnement solaire ou un rayonnement visible artificiel
- iii) décomposition des matières organiques et/ou des microorganismes contenus dans les eaux polluées

Par rayonnement visible artificiel on entend par exemple des lampes xénon ou les lampes
10 fluorescentes, ainsi que toute autre lampe dont une partie du rayonnement est comprise entre 400 et 800 nm.

Enfin l'invention concerne l'utilisation de matériau ferrite photocatalytique selon l'invention pour purifier une eau.

Par le terme « eau », on entend selon l'invention toutes les phases aqueuses, et en
15 particulier les eaux de bassins de rétention, de fontaines, de cascades artificielles, de barrage ou encore tout type d'eau circulant dans des canalisations.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaitront clairement à la lecture de la description qui va suivre.

20 L'invention concerne un matériau ferrite photocatalytique pour les purifications des eaux polluées ou contaminées caractérisée en ce que la composition colloïdale comprend au moins un sol ferrique ainsi qu'au moins un sol de zinc.

La composition colloïdale selon l'invention comprend au moins un sol ferrique et un sol de zinc.

25 Par un sol ferrique on entend selon l'invention une suspension colloïdale de fer trivalent possédant des colloïdes de taille moyenne entre 8 et 12 Å.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention les colloïdes de fer trivalent ont une taille moyenne de 10 Å.

Par un sol de zinc on entend selon l'invention une suspension colloïdale de zinc divalent
30 possédant des colloïdes de taille moyenne entre 6 et 10 Å.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention les colloïdes de zinc ont une taille moyenne de 8 Å.

Selon l'invention, la composition colloïdale comprend une proportion du sol ferrique plus élevée que celle du sol de zinc.

Selon l'invention, la composition colloïdale conduit à l'obtention d'une poudre photocatalytique après des étapes d'hydrolyse et de recuit.

- 5 Selon l'invention la composition colloïdale conduit à l'obtention d'un revêtement photocatalytique après des étapes de dépôt et de recuit.

Selon l'invention, la composition colloïdale est liée grâce à un sol de silice pour obtenir un matériau ferrite photocatalytique ayant une bonne durabilité à long terme.

- 10 La composition colloïdale selon l'invention peut comprendre au moins un agent complexant de préférence choisi dans le groupe des ketones, pour ajuster la réactivité des éléments métalliques, ainsi que pour optimiser la durée de vie de la composition colloïdale.

Selon une variante, la composition colloïdale selon l'invention comprend en proportions pondérales :

- 15
- de 4 à 6 mmol, de préférence de 4,5 à 5,5 mmol de sol ferrique
 - de 2 à 4 mmol, de préférence de 2,5 à 3,5 mmol de sol de zinc
 - de 6 à 10 mmol, de préférence de 7 à 9 mmol de sol de silice
 - de 30 à 50 mmol, de préférence de 35 à 45 mmol d'agent complexant

- 20 Pour que le procédé conforme à l'invention puisse donner une poudre photocatalytique, il est nécessaire immédiatement après hydrolyse de la composition colloïdale, de faire un traitement thermique entre 300 et 550°C, de préférence entre 400 et 500°C.

- 25 Pour que le procédé conforme à l'invention puisse donner un revêtement photocatalytique, il est nécessaire après l'étalement de la composition colloïdale, de faire un traitement thermique entre 300 et 550°C, de préférence entre 420 et 490°C selon la nature du substrat.

À titre d'exemple, le support du revêtement peut être par exemple du verre pyrex, métal ou céramique.

30

Le revêtement photocatalytique peut également être appliqué à la surface d'un élément faisant partie du système de filtration ou à l'intérieure de tuyauterie de filtration dans lesquels sera aménagé un système d'irradiation avec lumière visible.

- 5 Selon l'invention on applique entre 30 et 50 μl , préférentiellement entre 33 et 40 de la composition colloïdale par cm^2 .

Lors de l'application, la composition colloïdale s'étale de manière homogène sur la surface à revêtir et forme après évaporation du solvant un film dont l'épaisseur est règle générale
10 entre 300 et 500 nm.

En particulier le matériau ferrite photocatalytique selon l'invention lorsqu'il est soumis aux rayonnements solaire ou un rayonnement visible artificiel, permet la décomposition des matières organiques ainsi que des microorganismes contenues dans l'eau.

15

Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise à la lumière de l'analyse des figures qui sont données à titre d'exemple non limitatif.

20

Fig. 1. L'analyse thermogravimétrique réalisée sur la poudre séchée obtenu à partir de la composition colloïdale issue de la synthèse sol-gel, démontre qu'une perte totale de 74% en poids est enregistrée entre 100 et 380°C. Cette perte est liée essentiellement au départ des molécules d'eau, du solvant et agent complexant utilisées dans la synthèse sol-gel. Ainsi
25 suite aux départs de ces molécules l'activité photocatalytique apparait clairement.

25

Fig. 2. Le diffractogramme X du revêtement photocatalytique, révèle la présence des pics de diffraction à $2\theta = 30,38^\circ$; $35,74^\circ$; $32,58^\circ$; $38,52^\circ$; $43,2^\circ$; $53,56^\circ$; $56,96^\circ$; $62,58^\circ$ caractéristique du ferrite photocatalytique contenant les phases cristallines spinelle et
30 Wurtzite. De plus la bosse observé à $2\theta = 19^\circ$ est caractéristique de la silice amorphe.

30

Fig. 3. L'étude morphologique sur la poudre photocatalytique, montre que les nanoparticules sont globalement homogènes et présentent une forme plutôt sphérique. L'estimation des tailles des particules donne les valeurs de 8,17 nm à 300°C 13,9 nm à 400°C

et 18 nm à 500°C. Cette homogénéité de tailles offre des surfaces spécifiques élevées, et par conséquence une activité photocatalytique optimale.

Fig. 4. La topographie du revêtement photocatalytique a été analysée par microscope à force atomique (MFA) en mode Tapping. La topographie du revêtement est globalement uniforme avec la présence de nano-cratères provoqués par le départ des gaz produits par la pyrolyse molécules organiques. Cette nano-structuration de la surface de revêtement est fortement favorable pour les applications photocatalytiques. La rugosité moyenne mesurée sur 5 μm n'excède pas 2 nm.

10

Fig. 5. La quantification de décomposition photocatalytique de colorant model (OG) durant trois heures permet de déduire l'activité photocatalytique. La représentation $\ln(C_0/C) = f(t_{uv})$ à différentes températures permet de déterminer la constante cinétique K des poudres ferrites photocatalytiques. La constante cinétique à 300°C est presque nulle, puis il passe à 1,85h⁻¹ à 400°C avec une saturation au bout de 2heures suite à la décomposition totale de la pollution. Et à 500°C on note une diminution de l'activité avec une constante de 0,95h⁻¹, due à une diminution de la surface spécifique.

15

Fig. 6. Pour les revêtements photocatalytiques, l'optimum de l'activité photocatalytique est observé à 450°C. En effet, l'activité photocatalytique repose sur une optimisation de la photogénération de porteurs de charge et de leur migration vers la surface externe. cette optimisation repose sur différents facteurs structuraux et morphologiques. À savoir une compacité optimale des couches qui favorise un meilleur transfert intergranulaire des porteurs de charge, et une taille de cristallite optimale qui minimise conjointement les mécanismes de recombinaison en volume et en surface de particules. À partir de cela on peut considérer qu'à 400°C la densification n'est pas assez suffisante pour permettre un meilleur transfert intergranulaire des porteurs de charge. Puis lorsque on calcine à 450°C on densifie d'avantage le revêtement ce qui favorise le transfert des porteur de charges de l'épaisseur vers la surface. Mais 500°C cette migration est stoppée par la recombinaison des porteurs de charge dans le volume des particules en raison de la coalescence.

25

30

Revendications :

- 1- Matériau ferrite photocatalytique utilisable dans le traitement des eaux usées **caractérisé en ce qu'il** est obtenu à partir d'une composition colloïdale contenant au moins un sol de zinc et un sol de fer, et en ce que la synthèse des sols colloïdaux est obtenue par le procédé sol-gel.
- 2- Matériau ferrite photocatalytique selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** la concentration des ions ferrique dans la composition colloïdale est plus élevée que celle de zinc.
- 3- Matériau ferrite photocatalytique selon les revendications 1 et 2 **caractérisé en ce que** les colloïdes ont une taille moyenne de entre 8 et 12 Å de préférence 10 Å pour les ions ferriques et entre 6 et 1 à Å de préférence 8 Å pour le zinc.
- 4- Matériau ferrite photocatalytique selon les revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que** la composition colloïdale est lié grâce à un sol de silice pour améliorer la durabilité du matériau ferrite photocatalytique.
- 5- Matériau ferrite photocatalytique selon les revendications 1 à 4 **caractérisé en ce que** la composition colloïdale comprend au moins un agent complexant choisi dans le groupe des ketones dont le rôle est d'ajuster la réactivité des espèces organométalliques.
- 6- Matériau ferrite photocatalytique selon les revendications 1 à 5 **caractérisé en ce que** la composition colloïdale comprend en proportions pondérales :
 - de 4 à 6 mmol, de préférence de 4,5 à 5,5 mmol de sol ferrique
 - de 2 à 4 mmol, de préférence de 2,5 à 3,5 mmol de sol de zinc
 - de 6 à 10 mmol, de préférence de 7 à 9 mmol de sol de silice
 - de 30 à 50 mmol, de préférence de 35 à 45 mmol d'agent complexant
- 7- Matériau ferrite photocatalytique selon les revendications 1 à 6 **caractérisé en ce que** la poudre est obtenue après hydrolyse de la composition colloïdale, suivi d'un traitement thermique entre 300 et 550°C de préférence entre 400 et 500°C.
- 8- - Matériau ferrite photocatalytique selon les revendications 1 à 7 **caractérisé en ce que** La constante cinétique de la poudre issue de la composition colloïdale et calcinée à 400°C est égale à $1,85h^{-1}$ avec une saturation au bout de 2 heures.

- 9- Méthode de traitement des eaux usées par utilisation d'un matériau ferrite photocatalytique obtenu par procédé sol-gel à partir d'un sol de zinc et un sol de fer comprenant les étapes suivantes :
- l'étalement entre 30 et 50 μ l, préférentiellement entre 33 et 40 de la composition colloïdale par cm^2 sur une surface à revêtir,
 - faire un traitement thermique entre 300 et 550°C, de préférence entre 420 et 490°C selon la nature de la surface à traiter.
 - L'application de la composition colloïdale de manière homogène sur la surface à revêtir permet après évaporation du solvant la formation d'un film dont l'épaisseur est entre 300 et 500 nm.
- 10- Méthode de traitement des eaux usées selon la revendication 9 **caractérisée en ce que** le revêtement photo-catalytique est capable de décomposer les molécules organiques polluantes et les microorganismes présents dans l'eau.
- 11- Méthode de traitement des eaux usées selon la revendication 9 **caractérisée en ce qu'elle** permet la purification de l'air, élimination des odeurs, limitation de la prolifération bactérienne en milieu hospitalier et médical.

1/3

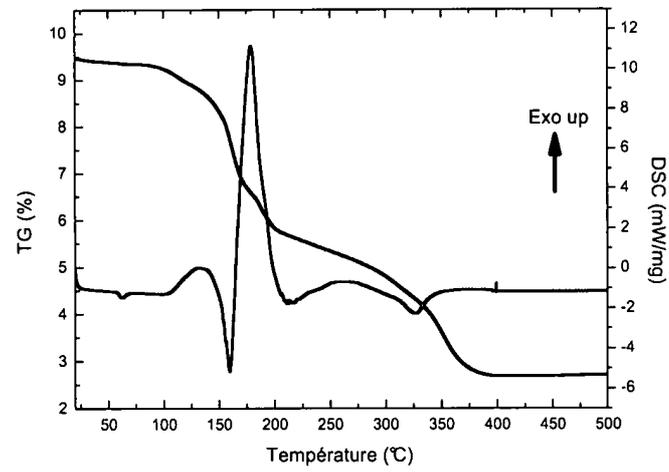


Fig. 1

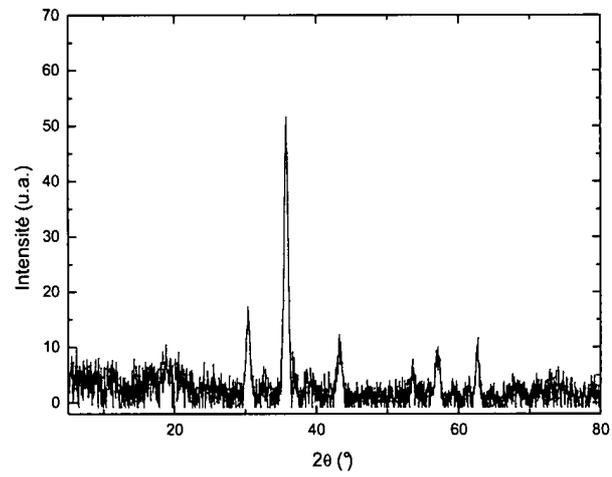


Fig. 2

2/3

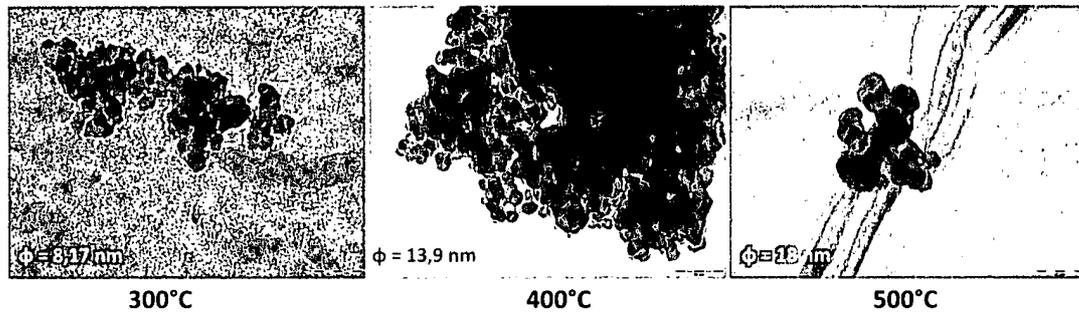


Fig. 3

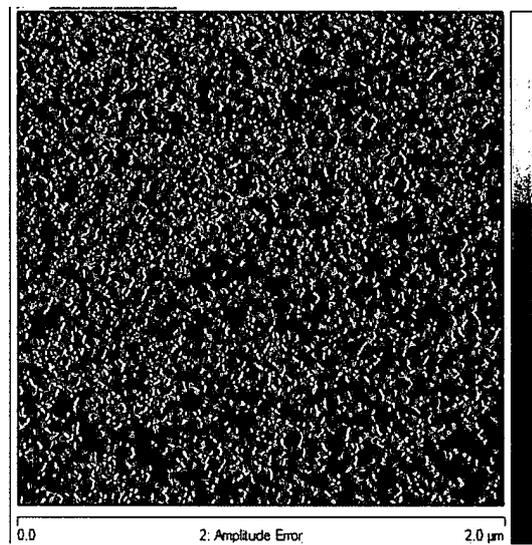


Fig. 4

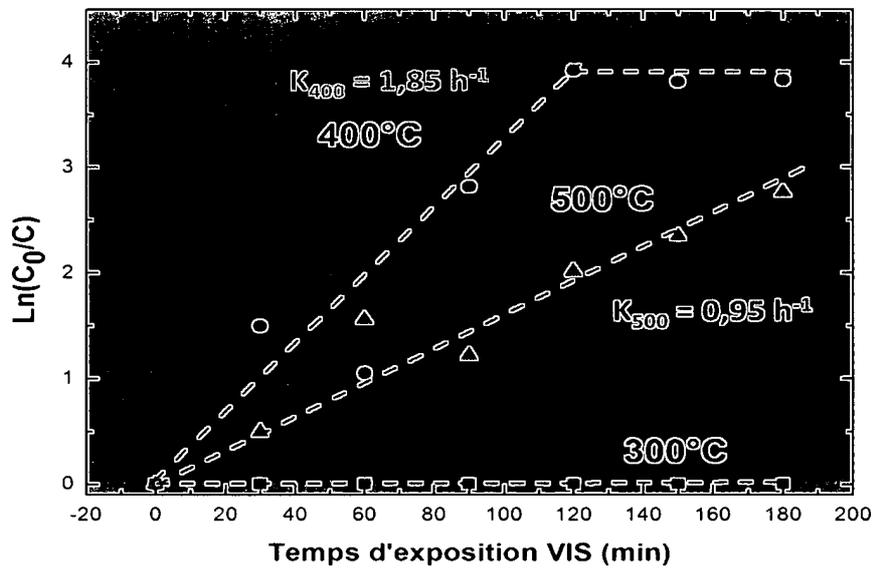


Fig. 5

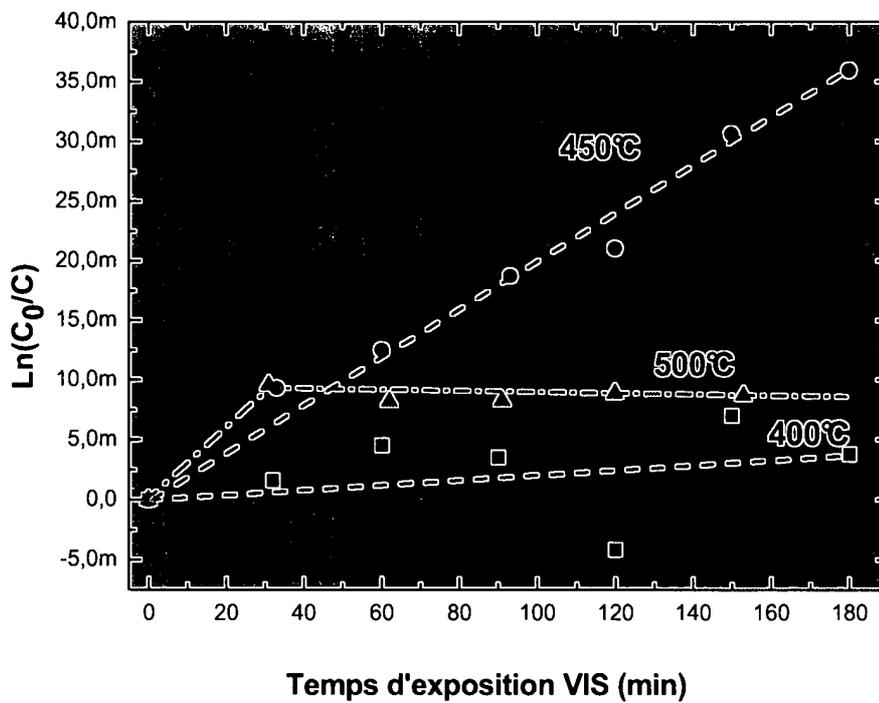
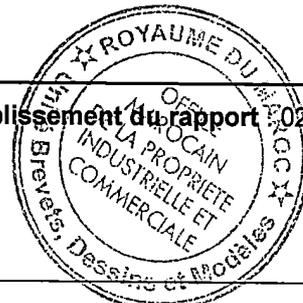


Fig. 6



**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et
complétée par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 38720	Date de dépôt : 23/12/2015
Déposant : MASCIR (MORROCAN FOUNDATION FOR ADVANCED SCIENCE INNOVATION & RESEARCH)	
Intitulé de l'invention : Ferrite photocatalytique élaborée par procédé sol-gel et ses applications	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents cités par l'examineur dans la partie rapport de recherche sont joints au présent document	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée	
<input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: A EL KADIRI	Date d'établissement du rapport : 02/08/2016
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



Partie 1 : Considérations générales		
<i>Cadre 1 : base du présent rapport</i>		
Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :		
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Description</u> 8 Pages • <u>Revendications</u> 11 • <u>Planches de dessin</u> 3 Pages 		
Partie 2 : Rapport de recherche		
Classement de l'objet de la demande :		
CIB : B01J23/80, C04B35/26		
Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :		
EPOQUE, Orbit		
Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	CN1190645 ; INST SOLID STATE-PHYSICS CHINESE ACAD SC ; 199 -08-19 description	1-11
A	CN101318135 ; UNIV ZHEJIANG ; 2008-12-10 description	1-11
*Catégories spéciales de documents cités :		
<p>-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs</p> <p>-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté</p>		

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 1-11 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-11 Revendications aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-11 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : CN1190645
D2 : CN101318135

1. Nouveauté (N) :

Aucun document de l'état de l'art ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-11, par conséquent, l'objet des revendications 1-11 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D1 considéré comme l'état de l'art le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue la préparation d'un matériau ferrite photocatalytique obtenu à partir d'une composition colloïdale contenant un sol de zinc et sol de fer par co-précipitation.

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que la méthode utilisée pour la préparation du matériau ferrite photocatalytique est la méthode sol-gel.

Le problème à résoudre peut être considéré comme la fourniture d'une méthode alternative pour la préparation du matériau ferrite photocatalytique.

La solution proposée par l'objet de la revendication 1 peut être considérée comme impliquant une activité inventive, et ce pour les raisons suivantes : la caractéristique distinctive n'est pas divulguée dans l'état de l'art cité, et l'homme de métier ne trouve aucune incitation de l'état de l'art D1-D2 lui permettant d'utiliser la méthode sol gel pour la préparation du matériau ferrite photocatalytique.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

L'objet des revendications 2-11 dépendantes de la revendication 1, implique lui aussi une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible