

Membrane photocatalytique à base de dioxyde de titane

Lahcène Djafer ^{a,b}, , André Ayrat ^a, Abdallah Ouagued ^b

^a Institut Européen des Membranes, CNRS-ENSCM-UM2, cc047, Université Montpellier 2,
Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier cedex 5, France

^b Laboratoire Eau –Environnement, Université Hassiba Ben Bouali,
BP 151. 02000, Chlef, Algérie

Résumé

L'étude présentée porte sur le développement d'une méthode simple et robuste de préparation de membranes d'ultrafiltration en dioxyde de titane à partir d'un sol commercial de TiO₂ anatase déposé sur différents types de supports céramiques poreux, sous forme de disques ou de tubes. Les performances de ces membranes en terme de séparation sont évaluées par des mesures de perméabilité à l'eau pure et par la détermination de leur seuil de coupure. L'évaluation des propriétés photocatalytiques est réalisée par des mesures de photodégradation du bleu de méthylène (colorant organique de référence) et du phénol (polluant organique de l'eau). Après des tests préliminaires sur poudres équivalentes, des mesures sont effectuées sur des membranes positionnées dans une cellule de diffusion. Ceci permet d'estimer la quantité de polluant dégradé par unité de temps et par unité d'aire de la surface membranaire. Ces analyses, complétées de caractérisations structurales et microstructurales par diffraction des rayons X et adsorption-désorption d'azote, permettent d'optimiser les conditions de préparation des membranes et en particulier leur température de frittage, en fonction de la nature du polluant organique à éliminer.

Introduction

Les technologies membranaires prennent une place croissante dans les procédés de traitement de l'eau, tant pour la production d'eau potable que pour le retraitement d'eaux usées. D'un autre côté, les méthodes avancées d'oxydation sont actuellement très étudiées pour la dépollution de l'eau. Dans le cas de l'oxydation photocatalytique, le dioxyde de titane constitue un matériau référence, déjà utilisé pour de nombreuses autres applications technologiques.

Le couplage direct de la séparation et de la dégradation photocatalytique grâce à l'utilisation de membranes photocatalytiques est une voie très attractive [1,2]. Elle peut par exemple permettre de résoudre le problème du colmatage des membranes par des macromolécules organiques adsorbées sur la surface filtrante. Un second exemple concerne la possibilité de photodégrader des petites molécules organiques telles que le phénol, dont la rétention est très difficile par filtration membranaire. Il s'agit, dans ce dernier cas, de pouvoir les minéraliser lors de leur transfert à travers la membrane photoactive qui agit

alors comme un contacteur solide-liquide de grande efficacité.

Le dioxyde de titane est le solide semi-conducteur de référence en matière d'efficacité photocatalytique sous rayonnement UV. Il est à ce titre utilisé dans de nombreuses applications technologiques [3]. Il présente également une très bonne stabilité chimique ce qui est intéressant pour des applications en tant que membrane céramique. Les deux principales formes cristallines, l'anatase et le rutile, sont photoactives. La valeur du gap de l'anatase est de 3,23 eV (soit 384 nm) alors que celle du gap du rutile vaut 3,02 eV (soit 411 nm) [4]. La forme anatase est connue pour être la plus active en photocatalyse. Cependant, des mélanges de phases anatase et rutile permettent de limiter la recombinaison des charges du fait du gap plus faible du rutile, améliorant ainsi l'efficacité photocatalytique. C'est le cas de la poudre de référence P25 (Evonik) qui contient 80 % en masse d'anatase et 20 % en masse de rutile. Il faut ici noter que l'activité photocatalytique est aussi fortement liée à la nature des molécules organiques à photodégrader.

Cette étude porte sur le développement d'une méthode simple et robuste d'élaboration de membranes d'ultrafiltration (UF) à base de dioxyde de titane à partir d'un hydrosol commercial de TiO₂ déposé sur des supports macroporeux en alumine. Leurs performances en terme de séparation (perméance à l'eau pure, seuil de coupure) sont évaluées. Leur efficacité photocatalytique est testée avec la photoxydation sous rayonnement UV d'une molécule de référence en photocatalyse, le bleu de méthylène (BM) et aussi d'une molécule organique choisie comme exemple de polluant de l'eau, le phénol. Une attention particulière est portée sur l'influence du traitement thermique final sur les caractéristiques structurales et microstructurales et sur les propriétés de séparation et de photocatalyse.

Méthodes expérimentales

Synthèse des matériaux

Des expériences préliminaires menées avec des hydrosols commerciaux acides et basiques ont permis de sélectionner l'hydrosol basique de TiO₂ S5-300B, fourni par la société Millenium Inorganic Chemicals France [5]. Ses principales caractéristiques sont un pourcentage en masse de TiO₂ de 17,5 %, un pH égal à 11,5, une surface spécifique (pour le produit sec) supérieure à 250 m² g⁻¹, une structure cristalline de type anatase, des tailles de particules (évaluées par microscope électronique) dans le domaine 30-60 nm et des tailles de cristallites (déterminées par

diffraction des rayons X) de l'ordre de 5 à 10 nm. Sur la base de valeurs fournies pour la taille des particules et la surface spécifique, il apparaît qu'une partie importante de l'aire surfacique développée doit être associée à une porosité intraparticulaire.

Un volume de sol a d'abord été mélangé avec neuf volumes d'une solution aqueuse d'ammoniaque de pH égal à 11,5. De l'hydroxyéthyl cellulose a été utilisée comme liant (HEC, réf. n° 54290, Fluka). Une solution aqueuse avec un pourcentage en masse de HEC égal à 5 % a été préparée. Elle a été ensuite versée sous agitation dans le sol dilué de dioxyde de titane, avec un rapport volumique 1/7,5. Afin de contrôler l'épaisseur de la membrane, le mélange a enfin été dilué deux fois avec la même solution aqueuse d'ammoniaque que celle utilisée pour la première dilution.

Une poudre commerciale de dioxyde de titane, P25, (80 % en masse d'anatase et 20 % en masse de rutile, surface spécifique égale à $50 \pm 15 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, fournie par Evonik) a été utilisée comme poudre de référence et pour comparaison avec la poudre B issue du séchage et de la calcination du sol formulé de TiO_2 . Il faut mentionner que la poudre P25 est formée d'agrégats de nanoparticules et, que même avec une dispersion poussée dans l'eau, des agrégats de taille supérieure à plusieurs centaines de nanomètres perdurent en suspension [6]. Ainsi, l'utilisation de cette poudre ne permet pas de produire des membranes d'ultrafiltration.

Membranes et poudres

Les membranes ont été déposées par engobage sur des supports tubulaires asymétriques en alumine (longueur = 200 mm ; diamètre interne = 7 mm, taille des pores pour la couche de surface = 200 nm, Pall Exekia). Des échantillons supplémentaires ont été préparés au trempé sur des disques en alumine (diamètre = 47 mm, épaisseur = 1 mm, taille des pores pour la couche de surface = 200 nm, Inocermic). Le temps de contact était de 30 secondes et la vitesse de vidange ou de retrait de 2 cm min^{-1} . La poudre équivalente B a été obtenue par séchage du sol formulé dans de grands cristallisoirs.

Tous les échantillons (membranes et poudres) ont été séchés à température ambiante pendant un jour. Un traitement thermique de déliantage et de consolidation mécanique a ensuite été réalisé. Il comprenait deux paliers de 24 heures, un à $250 \text{ }^\circ\text{C}$ et un à la température maximale ($450, 550, 650$ ou $750 \text{ }^\circ\text{C}$ pour les membranes, idem plus $850, 950$ ou $1050 \text{ }^\circ\text{C}$ pour les poudres). La vitesse de montée aux deux paliers était de $0,5 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$. Après calcination, les poudres B ont été broyées à la main dans des mortiers en agate.

Caractérisation

La morphologie des échantillons a été observée par microscopie électronique à balayage (MEB). Leur structure cristalline a été déterminée par diffraction des rayons X (DRX). La texture poreuse des poudres et des membranes supportées a été analysée par adsorption-désorption d'azote.

Les mesures de perméance à l'eau ont été faites sur les membranes tubulaires montées dans un pilote conçu au laboratoire. Les pressions transmembranaires utilisées

étaient comprises dans la gamme 1 – 6 bar. La vitesse tangentielle de circulation de l'eau était fixée à $2,7 \text{ m s}^{-1}$ à l'aide d'une pompe.

Le seuil de coupure de la membrane a été déterminé avec une solution aqueuse de trois Dextran® (Fluka): $1,25 \text{ g L}^{-1}$ de D-92600 (masse molaire moyenne = 10200 Dalton), $0,50 \text{ g L}^{-1}$ de D-4133 (masse molaire moyenne = 38900 Dalton), $0,50 \text{ g L}^{-1}$ of D-1390 (masse molaire moyenne = 72600 Dalton). La pression transmembranaire était fixée à 2 bar. Les teneurs en soluté dans le perméat ont été mesurées par chromatographie d'exclusion stérique couplée avec une détection basée sur un réfractomètre interférométrique.

L'activité photocatalytique des poudres a été évaluée par analyse de la photodégradation de BM ou de phénol en solution aqueuse. 10 mg de poudre étaient placés dans une boîte de Pétri contenant 10 mL de solution aqueuse : 5 mg L^{-1} ($\sim 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$) de BM ou 10 mg L^{-1} ($\sim 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$) de phénol. La lampe UV utilisée présentait un spectre polychromatique et une irradiance de 35 W m^{-2} (mesurée avec un radiomètre au niveau de la boîte de Pétri). Cette irradiation UV correspond à $\sim 1 \times 10^{-4}$ mole de photon $\text{s}^{-1} \text{ m}^{-2}$. Le dosage du BM a été effectué par colorimétrie à $\lambda = 664 \text{ nm}$ ($\epsilon_{\text{BM}} = 8 \times 10^4 \text{ cm}^{-1} \text{ L mol}^{-1}$). Dans le cas du phénol, les meilleurs résultats analytiques ont été obtenus par mesure de l'aire de la bande d'absorption UV dans l'intervalle [200-400 nm].

Les expériences de photocatalyse sur les membranes ont été menées en utilisant une procédure précédemment décrite [1, 2]. Il s'agit d'un montage de diffusion avec deux réservoirs en verre séparés par une membrane plane. Le réservoir d'alimentation contenait une solution à $10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ de BM ou $10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ de phénol. Le réservoir de réception était initialement rempli d'eau pure. Après une première étape avec un temps contact d'un jour afin de saturer la membrane de molécules organiques adsorbées, les réservoirs d'alimentation et de réception étaient à nouveau remplis respectivement de solution aqueuse et d'eau pure. Cette opération correspondait au démarrage de l'expérience de diffusion ($t = 0$), avec des périodes alternées d'une heure sans irradiation UV et d'une heure avec irradiation UV. L'irradiation UV était appliquée sur la face recouverte de la membrane de TiO_2 , placée du côté du réservoir de réception. La lampe UV utilisée était identique à celle mise en œuvre pour les poudres. Les réservoirs d'alimentation et de réception étaient agités grâce à des barreaux aimantés.

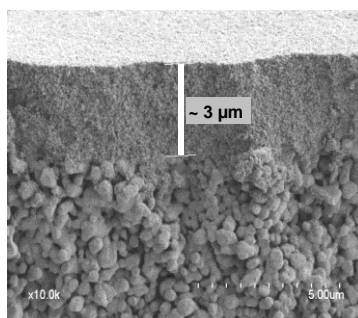
Résultats et discussion

Caractéristiques physico-chimiques des membranes et des poudres

Un objectif majeur de cette étude était le développement d'une méthode simple et robuste utilisant un hydrosol commercial de TiO_2 à forte teneur en oxyde comme matière première. Dans la procédure mise au point, ce sol est seulement dilué avec une solution aqueuse ammoniacale de même pH que le sol de départ. Le choix de l'ammoniaque plutôt que la soude ou la potasse est dû au fait que la présence de cations alcalins est susceptible de perturber l'activité catalytique de TiO_2 . Il faut enfin noter que le liant utilisé, l'hydroxyéthyl cellulose est bon marché et communément utilisé dans les procédés

céramiques conventionnels. A partir du sol formulé et en utilisant des méthodes classiques de dépôt, il a été possible de produire des membranes exemptes de défauts et d'une épaisseur de l'ordre de 3 μm (Figure 1). Une telle épaisseur convient parfaitement pour s'affranchir d'éventuelles irrégularités morphologiques à la surface des supports. De plus, on n'observe pas de phénomène significatif d'infiltration de la couche dans le support (Figure 1).

Figure 1. Image MEB en coupe de la couche de TiO_2 traitée à 450 °C et déposée sur un support tubulaire en alumine.



A partir des isothermes d'adsorption-désorption des poudres B (Figure 2), il est possible de mesurer leur surface spécifique, le diamètre moyen des pores et la porosité totale (Tableau 1). Pour la poudre traitée à 450 °C, le diamètre moyen des pores est égal à 11 nm, en accord avec la valeur attendue pour un empilement de particules de 30 à 60 nm. L'élévation de température de cuisson conduit, dans un premier temps, à une diminution de la surface spécifique et à une augmentation du diamètre moyen des pores, principalement dues à l'élimination de la porosité intraparticulaire. La diminution du diamètre des pores à 750°C peut être expliquée par un début de densification par frittage. Les isothermes d'adsorption-désorption obtenues pour les membranes ne permettent pas une détermination de la surface spécifique et de la porosité totale de la couche de TiO_2 du fait de la présence du support macroporeux. Cependant les tailles de pores mesurées dans le domaine mésoporeux et correspondant à la couche de TiO_2 sont identiques, aux incertitudes expérimentales près, à celles mesurées sur les poudres équivalentes. Cette taille de pores est par ailleurs conforme à celle de membranes d'ultrafiltration.

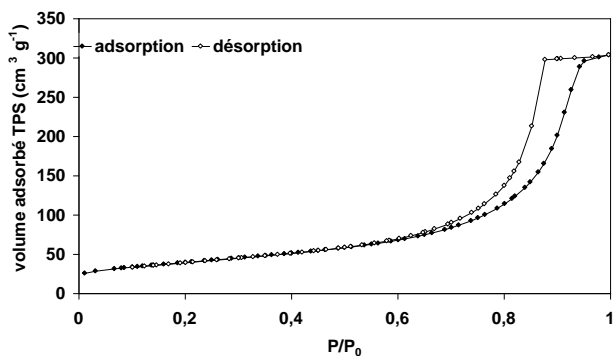


Figure 2. Isotherme d'adsorption-désorption d'azote pour la poudre B traitée à 450°C

Les analyses par diffraction des rayons X sur poudres ont par ailleurs montré que la transformation anatase-rutile

intervient à relativement haute température, entre 850 et 950 °C.

Table I. Evolution des caractéristiques poreuses des poudres équivalentes en fonction de la température de traitement thermique.

Température (°C)	SSp ($\text{m}^2 \text{g}^{-1}$)	$D_{\text{moyen pores}}$ (nm)	Porosité (%)
450	143	11	65
550	96	16,	64
650	62	21	61
750	57	18	55

Propriétés des membranes

L'évolution linéaire attendue du flux d'eau pure avec la pression transmembranaire est bien observée (Figure 3a). La perméance à l'eau peut être déterminée à partir de la pente. Elle est égale à $\sim 150 \text{ L h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ bar}^{-1}$ pour la membrane traitée à 450 °C, soit plus d'un ordre de grandeur plus faible que celle du support seul ($\sim 1800 \text{ L h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ bar}^{-1}$). La perméabilité intrinsèque de la membrane peut être déterminée à partir de ces données et en utilisant la loi de Darcy. Si l'on suppose un gradient linéaire de pression transmembranaire uniquement localisé dans la couche de dioxyde de titane, la valeur mesurée de la perméabilité est de $9 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$ pour la membrane traitée à 450 °C. La perméabilité peut être indépendamment calculée à partir des caractéristiques de texture poreuse mesurées sur la poudre équivalente et en utilisant l'équation de Carman Kozeny [7] :

$$F_{\text{cal}} = \frac{\varepsilon^3}{5[(1-\varepsilon) \times \text{SSp} \times \rho_D]^2}$$

avec ε , la porosité, et ρ_D , la masse volumique du réseau solide, c'est à dire, la masse volumique de l'anatase.

La valeur ainsi calculée, $2 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$, est bien du même ordre de grandeur que la valeur mesurée. Comme mentionné précédemment, la valeur de surface spécifique pour la poudre surestime la surface spécifique développée par la porosité intergranulaire principalement impliquée dans le transport d'eau à travers la membrane. Par ailleurs, l'accord assez bon entre valeurs calculées et mesurées de la perméabilité confirme la faible infiltration de la couche dans le support. L'épaisseur déterminée par MEB rend bien compte de l'épaisseur effective de la membrane. Cette discussion sur la membrane traitée thermiquement à 450 °C est également valide pour les membranes traitées à des températures supérieures (550, 650 et 750 °C).

Les données de rétention ont été établies à partir de l'analyse de perméats issus de la filtration d'une solution aqueuse contenant un mélange de Dextran®. La courbe obtenue pour la membrane traitée à 450 °C est présentée sur la figure 3b. La courbe n'atteint pas exactement 100 % de rétention pour les masses molaires les plus élevées ce qui est probablement lié à un défaut d'étanchéité dans le dispositif de maintien de la membrane dans le carter du pilote. Cependant, le seuil de coupure mesuré, $\sim 50 \text{ kDa}$, est en bon accord avec la taille moyenne des pores de la membrane.

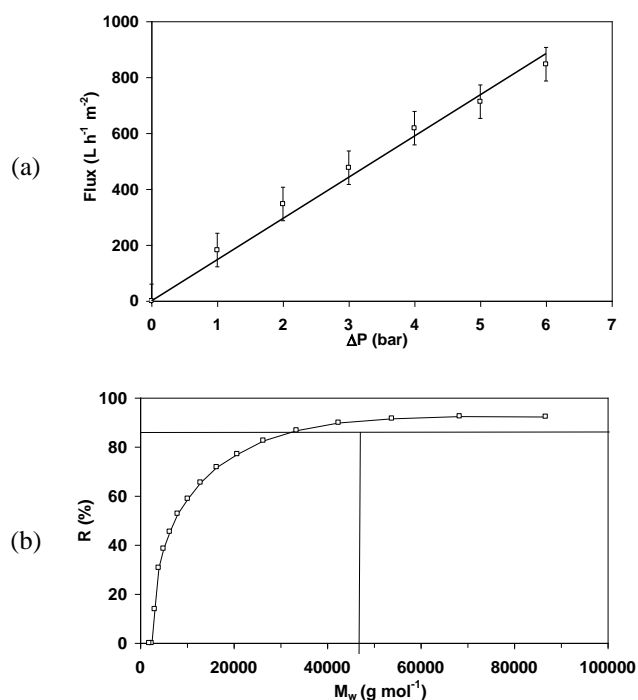


Figure 3. (a) Flux d'eau pure en fonction de la pression transmembranaire ; (b) Taux de rejet en fonction de la masse molaire du soluté.

Propriétés photocatalytiques

Afin de comparer les performances photocatalytiques des matériaux issus du sol B avec la poudre référence P25, des expériences de photodégradation du BM et du phénol ont tout d'abord été réalisées sur des poudres (Figures 4 et 5). Concernant la photodégradation du bleu de méthylène (Figures 4 et 5a), les performances observées sont plutôt bonnes avec un maximum d'efficacité pour la poudre B traitée à 650 °C. Pour la photodégradation du phénol (Figure 5b), ce maximum est déplacé à 750 °C, cependant les performances de la poudre B sont nettement plus faibles que celles de la poudre P25. Il est connu que les mécanismes de photocatalyse sont complexes et très sensibles à la fois à la nature des molécules organiques à photooxyder et à l'état cristallin de la poudre de TiO_2 . Il doit être par ailleurs souligné que, même après broyage, les poudres B sont formées d'agrégats plus gros que ceux de la poudre P25. Ainsi, l'accessibilité à la surface du solide est plus réduite, défavorisant le transport du réactif vers les sites photoactifs et l'extraction des produits de la photodégradation.

Des expériences ont ensuite été conduites avec des membranes en utilisant une cellule de diffusion. L'évolution, en fonction du temps et de l'alternance d'irradiation UV, de la concentration en soluté dans le réservoir de réception est illustrée par la figure 6. A partir du changement de pente lors des périodes d'irradiation, il est possible de déterminer δ , la quantité de molécule organique détruite par unité de temps et unité d'aire de la surface membranaire [1, 2]. Pour la membrane traitée thermiquement à 450 °C, et pour BM, ce paramètre atteint $\sim 2 \cdot 10^{-8} \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ après quelques dizaines d'heures d'expérience. Cette valeur correspond à environ un cinquième de la valeur précédemment mesurée avec une membrane de microfiltration en alumine dont les grains

étaient recouverts d'une couche mésostructurée de dioxyde de titane à très forte photoactivité : $\sim 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ [1]. D'un autre côté, cette valeur est plus d'un ordre de grandeur supérieure à celle mesurée pour une membrane d'ultrafiltration à base de ZnO : $\sim 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ [2]. Pour les mesures avec le phénol, δ décroît progressivement pendant les premières heures de l'expérience ($\sim 4 \cdot 10^{-8} \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ à $t = 18 \text{ h}$ et $\sim 1 \cdot 10^{-8} \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ à $t = 24 \text{ h}$). Cette décroissance peut être expliquée par la formation de divers produits de photooxydation du phénol [8, 9] qui pourraient progressivement s'adsorber sur la surface de TiO_2 et pourraient donc empêcher l'accès de nouvelles molécules de phénol.

La connaissance du paramètre δ permet d'évaluer l'applicabilité des membranes et le dimensionnement du dispositif membranaire en prenant en compte la teneur en polluant d'une eau et le volume d'eau à traiter.

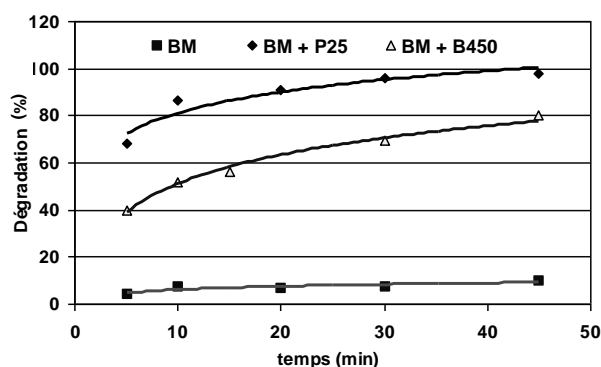


Figure 4. Cinétiques de photodégradation UV avec une solution aqueuse de concentration initiale $[BM]_0 = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$. BM : en absence de poudre ; BM+P25 : en présence de poudre P25 ; BM+B450 : en présence de poudre B traitée à 450 °C.

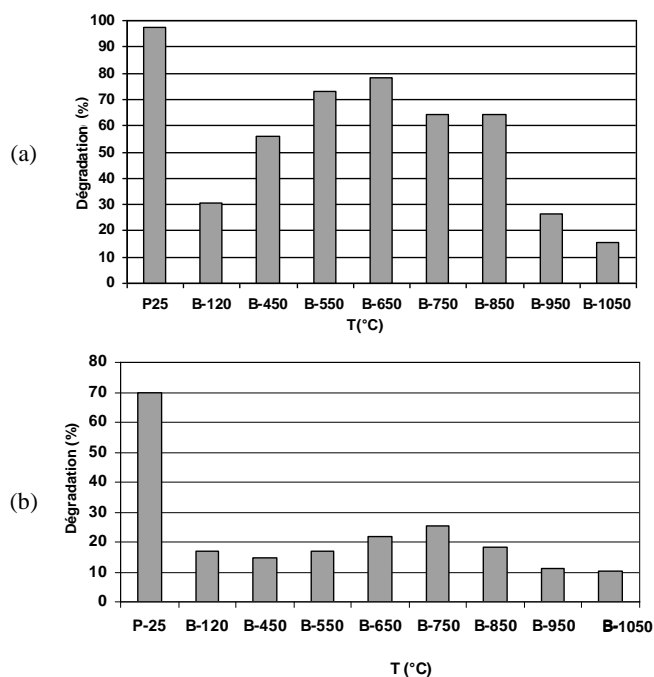


Figure 5. Photodégradation UV après 15 minutes d'irradiation et pour différentes poudres; (a) $[MB]_0 = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$; (b) $[Phénol]_0 = 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$.

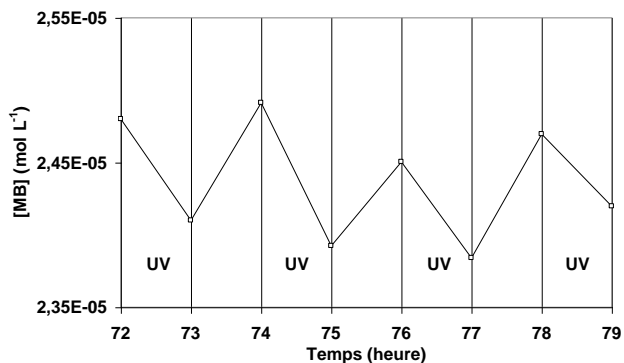


Figure 4. Expérience de photodégradation UV avec une membrane de TiO₂ dans une cellule de diffusion pour une concentration initiale [MB]₀ = 10⁻⁴ mol L⁻¹ dans le réservoir d'alimentation.

Conclusion

Une méthode simple et robuste a été développée permettant de préparer des membranes d'ultrafiltration photocatalytiques à partir d'un hydrosol commercial de dioxyde de titane et de supports en alumine.

Les performances des membranes ont été mesurées en terme de séparation et de photocatalyse. L'efficacité photocatalytique pour la photodégradation d'un colorant organique de référence, le bleu de méthylène est meilleure que pour un polluant organique de l'eau, le phénol. Par ailleurs, pour chacune des deux molécules, l'optimum de température de cuisson est différent : 650 °C pour le bleu de méthylène, 750 °C pour le phénol.

Un pilote de filtration permettant le couplage filtration-photocatalyse sera prochainement mis en oeuvre pour confirmer en conditions dynamiques les performances photocatalytiques déterminées en conditions statiques dans cette étude.

Remerciements

Les auteurs remercient D. Cot et V. Bonniol (IEM, Montpellier, France) pour leur aide dans les caractérisations. Cette étude bénéficie du soutien financier du Ministère Algérien de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et du Ministère Français des Affaires Etrangères dans le cadre du programme bilatéral franco-algérien TASSILI projet n° 09mdu763. L. Djafer est en outre bénéficiaire d'une bourse franco-algérienne.

Références

[1] F. Bosc, A. Ayril, C. Guizard, Mesoporous anatase coatings for coupling membrane separation and photocatalyzed reactions, *J. Memb. Sci.* 265 (2005) 13-19.
 [2] L. Naszalyi, F. Bosc, A. El Mansouri, A. van der Lee, D. Cot, Z. Horvolgyi, A. Ayril, Sol-gel-derived mesoporous SiO₂/ZnO active coating and development of multifunctional ceramic membranes, *Separation and Purification Technology* 59 (2008) 304-309.

[3] A. Fujishima, K. Hashimoto, T. Watanabe, *TiO₂ Photocatalysis, fundamentals and applications*, BKC Inc., Tokyo, 2001.

[4] K. Rajeshwar, *Photoelectrochemistry and the Environment*, *Journal of Applied Electrochemistry*; 25 (1995) 1067-1082.

[5] F. Bosc, *Synthèse et caractérisation de couches minces et de membranes photocatalytiques à base de TiO₂ anatase*, PhD thesis, University Montpellier 2, France (2004).

[6] N. Veronovski, P. Andreozzi, C. La Mesa, M. Sfiligoj-Smole, Stable TiO₂ dispersions for nanocoating preparation, *Surface and Coatings Technology*, in press, doi:10.1016/j.surfcoat.2009.09.041.

[7] C.J. Brinker, G.W. Scherer, in *Sol-gel Science, The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing*, Academic Press, N.Y., 1990.

[8] R. Alnaizy, A. Akgerman, Advanced oxidation of phenolic compounds, *Advances in Environmental Research* 4 (2000)233-244.

[9] S.G. Pouloupoulos, F. Arvanitakis, C.J. Philippopoulos, Photochemical treatment of phenol aqueous solutions using ultraviolet radiation and hydrogen peroxide, *Journal of Hazardous Materials B129* (2006) 64-68.

Euromat 2011 - Notification - 0570

mardi 26 avril 2011 19:24:03

De :

"contact@neo-meeting.com" <contact@neo-meeting.com>

With best regards

On behalf of the Scientific Committee,
Jean-Marc Chaix & Livio Battezzati,
Chairs, Euromat 2011

EUROMAT 2011

Montpellier, France – 12-15 september 2011

Euromat 2011 - notification (0570)

We are pleased to inform you that your abstract

0570 - Titania-based photocatalytic membranes - Prof André AYRAL

is accepted for **poster presentation** in symposium **B22 - Ceramic barriers: Filters, Membranes and Thermal Barrier Coatings**.

The preliminary program of the Conference, with the session and date of your presentation, will be available on the Euromat website <http://euromat2011.fems.eu> on May 16th.

All technical details for presentation will be available on the Euromat website.

No proceedings will be published, but abstracts will be available on the website, and included in a CD provided to Euromat participants. Authors will have the possibility to check and modify the texts from April 30th to June 1st.

We remind you that, for a presentation to be confirmed in the program, the presenting author must be registered (deadline: July 12, 2011). For any specific demand regarding visas and registration please contact Julia Grolere jgrolere@wanadoo.fr

More than 2850 abstracts have been received, and Euromat 2011 is expected to be an exceptional event, in which we look forward to meeting you.