



HAL
open science

Photocatalyse sous UVA avec TiO₂ supporté pour traiter de l'eau polluée en Diuron

Caroline Andriantsiferana, Claire Tendero, Thibaut Triquet, Cristian Yoel Quintero-Castañeda, María Margarita Sierra-Carrillo, Juan Manuel Alvarez Caballero, Claire Albasi

► To cite this version:

Caroline Andriantsiferana, Claire Tendero, Thibaut Triquet, Cristian Yoel Quintero-Castañeda, María Margarita Sierra-Carrillo, et al.. Photocatalyse sous UVA avec TiO₂ supporté pour traiter de l'eau polluée en Diuron. GRUTTEE 2022 : 14ème congrès international du GRUTTEE, Mar 2022, toulouse, France. hal-04772959

HAL Id: hal-04772959

<https://hal.science/hal-04772959v1>

Submitted on 8 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Photocatalyse sous UVA avec TiO₂ supporté pour traiter de l'eau polluée en Diuron

Cristian Yoel QUINTERO CASTANEDA^{a,c,e}, Claire TENDERO^b, Thibaut TRIQUET^a, Maria Margarita SIERRA CARRILLO^c, Juan Manuel ALVAREZ CABALLERO^d, Claire ALBASI^a, et Caroline ANDRIANTSIFERANA^a

^aLaboratoire de Génie Chimique, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UPS, Toulouse, France

^bCentre Inter-universitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux, Toulouse, France

^cISI Research Group, Universidad Cooperativa de Colombia campus Santa Marta, Santa Marta, Colombia

^dQUIBIP Research Group, Universidad Del Magdalena, Santa Marta, Colombia

^eICETEX, Colombia Científica, Pasaporte a la Ciencia, Foco Alimentos, Bogotá, Colombia

Auteur correspondant : caroline.andriantsiferana@iut-tlse3.fr

Mots Clés : Photocatalyse, Diuron, pesticides, MOCVD, TiO₂

1. Introduction

Dans le domaine du traitement de l'eau, la présence de polluants dits émergents est au cœur des préoccupations. En effet, même à très faible concentration, ces molécules peuvent avoir des effets néfastes sur la santé et l'environnement. Parmi ces molécules, les pesticides sont particulièrement problématiques. Utilisés pour l'activité agricole ou par les particuliers, ils se retrouvent dans les eaux de surface et les eaux souterraines mais aussi en entrée des stations d'épuration des eaux usées. En effet, des teneurs en diuron dans les effluents de 2,5 µg/L en entrée et de 2,3 µg/L en sortie ont été reportées, ce qui montre les limites des traitements classiques et la nécessité de proposer de nouvelles technologies [1]. Parmi les procédés de traitement les plus innovants figurent les procédés d'oxydation avancés (POA) dont la photocatalyse avec TiO₂. Pour ces procédés, des radicaux hydroxyle (OH°) sont générés et dégradent toutes les molécules organiques présentes dans l'eau. L'intérêt de la photocatalyse réside dans l'absence de réactifs : ces radicaux sont formés par simple irradiation d'un photocatalyseur. L'inconvénient du TiO₂ est qu'il se trouve sous la forme d'une poudre difficile à séparer c'est pourquoi de nombreux auteurs suggèrent de le déposer sur un support afin de faciliter cette opération. Cette étude se situe dans ce contexte et a pour objectif d'étudier les performances photocatalytiques d'un catalyseur supporté synthétisé en utilisant la technique de Dépôt Chimique en Phase Vapeur OrganoMétallique (MOCVD) [2]. La molécule cible choisie est le diuron (DRN) herbicide présent systématiquement dans les eaux d'entrée de station d'épuration urbaine.

2. Résultats

La figure 1(A) représentent le dispositif expérimental : 100 mL de solution de DRN ([DRN]₀ = 10 mg.L⁻¹) circule en boucle entre un réservoir intermédiaire et le réacteur avec un débit de 500 mL.min⁻¹ (Figure 1(B)). La plaque de verre est placée sur la partie supérieure du réacteur et un panneau de LEDs à 365 nm est placé au-dessus (Irradiance=10 mW.cm⁻²). L'étude sous rayonnement solaire a été effectuée à Santa Marta (Colombie) et à Toulouse (France). Le TiO₂ supporté (TiO₂-MOCVD) a été synthétisé sur une plaque en verre (Figure 1(C)), ses performances ont été comparée à celle du TiO₂ en poudre P25 (DEGUSSA). Dans les deux cas, la masse de TiO₂ a été fixée à 0,12 g.L⁻¹, quantité faible comparée aux valeurs rencontrées dans la littérature (entre 0,5 et 1 g.L⁻¹).

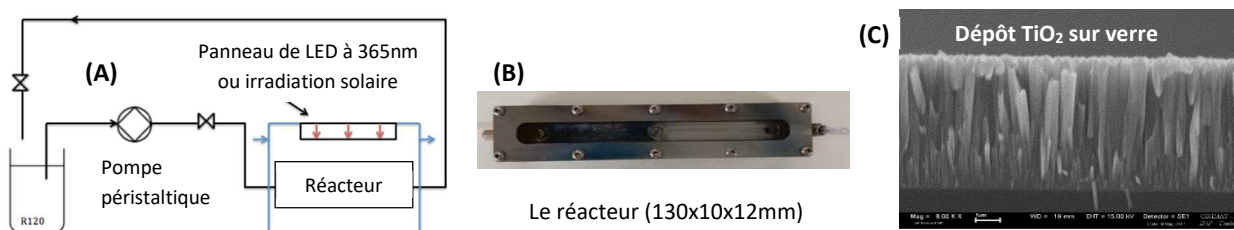


Figure 1. Dispositif expérimental (A), réacteur (B) et image MEB du dépôt TiO₂-MOCVD (C)

Les cinétiques de dégradation du DRN et des produits de transformation aromatiques (PTA) sont suivies par HPLC-UV, la minéralisation après 8 heures de traitement est évaluée par mesure de COT.

La figure 2(A) représente le taux de dégradation du DRN pour les expériences de photolyse seule, de photocatalyse avec la poudre de TiO₂ et le dépôt de TiO₂-MOCVD. Sans TiO₂, après 3h d'irradiation, moins de 10 % du DRN est dégradé et très peu de PTA ont été identifiés. En présence TiO₂ en poudre, 100% du DRN et des TPA sont éliminés après environ 1h et le COT a été abattu d'environ 50% (COT₀≈7 mg_C.L⁻¹). Ce résultat montre que les TPA ont été dégradés mais il reste des intermédiaires réactionnels plus réfractaires aux POA. Ces molécules non aromatiques sont principalement des acides aliphatiques reconnus pour être non toxiques [3]. Avec le TiO₂ déposé sur verre, le DRN est dégradé plus lentement: 8h d'irradiation sont nécessaires au lieu de 3H. L'élimination des TPA est à nouveau incomplète comme le montre la figure 2(B), l'abattement du COT_{final} est de l'ordre de 40%. Les cinétiques plus rapides avec le TiO₂ en poudre s'expliquent par la répartition beaucoup plus homogène des particules de TiO₂ dans la phase liquide ce qui favorise le contact catalyseur/molécules. Avec le catalyseur supporté, l'adsorption des molécules sur le TiO₂ est beaucoup plus lente limitant ainsi les cinétiques de réaction photocatalytique qui se produisent en phase adsorbée. Quelques essais ont été conduits sous irradiation solaire en utilisant le TiO₂ supporté à Santa Marta (Irradiance ≈ 1,3 mW.cm⁻²) et à Toulouse (Irradiance ≈ 1,1 mW.cm⁻²). Pour comparaison la même expérience a été effectuée dans les mêmes conditions d'irradiance avec les LEDs soit 1,3 mW.cm⁻², avec et sans catalyseur. Sans catalyseur, le taux de dégradation du DRN est très faible (3%). Avec le dépôt de TiO₂-MOCVD, les cinétiques d'élimination sont beaucoup plus lentes que celles obtenues à 10 mW.cm⁻². On obtient des taux de dégradation du DRN entre 12% et 20% après 3h d'irradiation solaire et de l'ordre de 25% sous LED. L'irradiance étant 9 fois plus faible, il y a donc moins de photons ce qui impacte les vitesses de réaction.

3. Conclusion

Cette étude montre que le catalyseur synthétisé par MOCVD présente de très bonnes performances pour dégrader le DRN et ses PTA. Le COT n'est pas complètement abattu ce qui s'explique par la présence de produits de transformation de type acides aliphatiques plus réfractaires. Sous irradiation solaire, les résultats obtenus sont très encourageants et montre que ce catalyseur est actif avec les UVA apportés par le soleil même en quantité de TiO₂ faible.

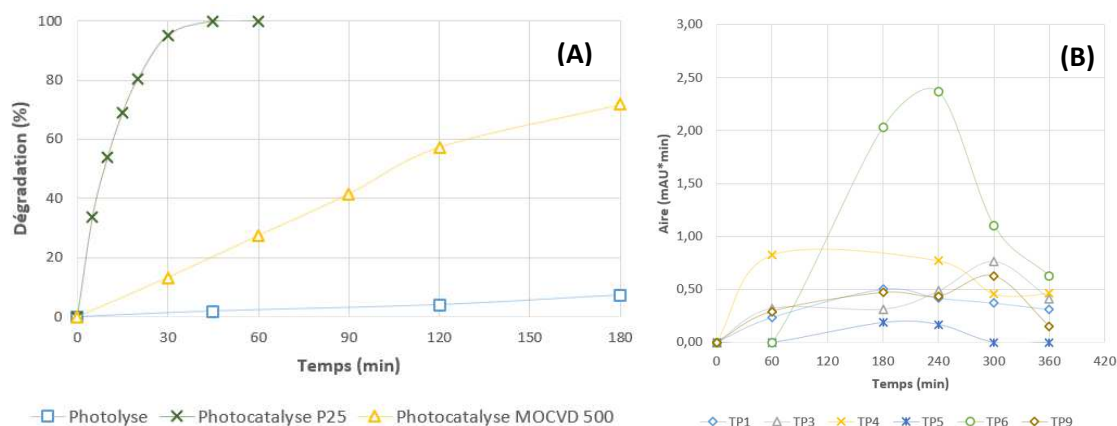


Figure 2. Cinétiques de dégradation photocatalytique du DRN (A) et des PTA (B) avec TiO₂-MOCVD

Remerciements. Projet supporté par l'ANR TRANSPRO

Références

- [1] U. E. Bollmann, C. Tang, E. Eriksson, K. Jönsson, J. Vollertsen, et K. Bester, *Water Res.*, 2014, 60, p 64
- [2] F. Maury et F.-D. Duminica, *Surf. Coat. Technol.*, 2010, 205, p 1287
- [3] T. Triquet, C. Tendero, L. Latapie, M.-H. Manero, R. Richard, et C. Andriantsiferana *J. Environ. Chem. Eng.*, 2020, 8, p 104544