



HAL
open science

Synthèse de nanoparticules de W-TiO₂ pour la décoloration des eaux usées de l'industrie textile : Étude de mise à l'échelle du réacteur photocatalytique solaire

Chérif Moslah, T Aguilar, R Alcántara, J Navas

► To cite this version:

Chérif Moslah, T Aguilar, R Alcántara, J Navas. Synthèse de nanoparticules de W-TiO₂ pour la décoloration des eaux usées de l'industrie textile : Étude de mise à l'échelle du réacteur photocatalytique solaire. Journées annuelles du GFC 2023, Mar 2023, Limoges, France. hal-04056391

HAL Id: hal-04056391

<https://hal.science/hal-04056391v1>

Submitted on 3 Apr 2023

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.

Introduction

Parmi les divers semi-conducteurs à base d'oxyde métallique, le TiO₂ est considéré comme le photocatalyseur le plus étudié en raison de ses propriétés pour diverses applications [1].

TiO₂ a deux limites principales ; sa large bande interdite et la recombinaison rapide des électrons et des trous photo-générés.

Le dopage est une solution pour améliorer la photoactivité en créant un nouveau niveau d'énergie dans la bande interdite E_g et retarder la recombinaison des charges.

Le TiO₂ peut être utilisé en suspension dans une solution aqueuse ou il peut être immobilisé sur un substrat support pour la dégradation des polluants organiques [2, 3].

Problématique et objectifs

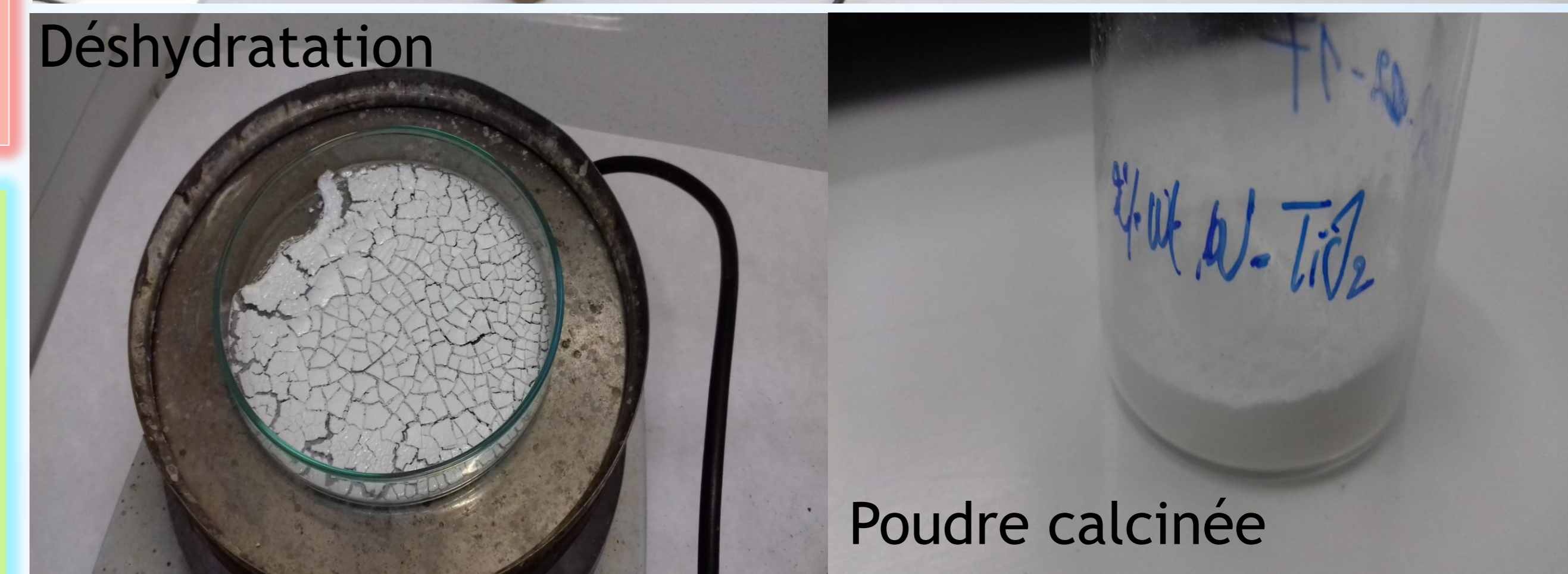
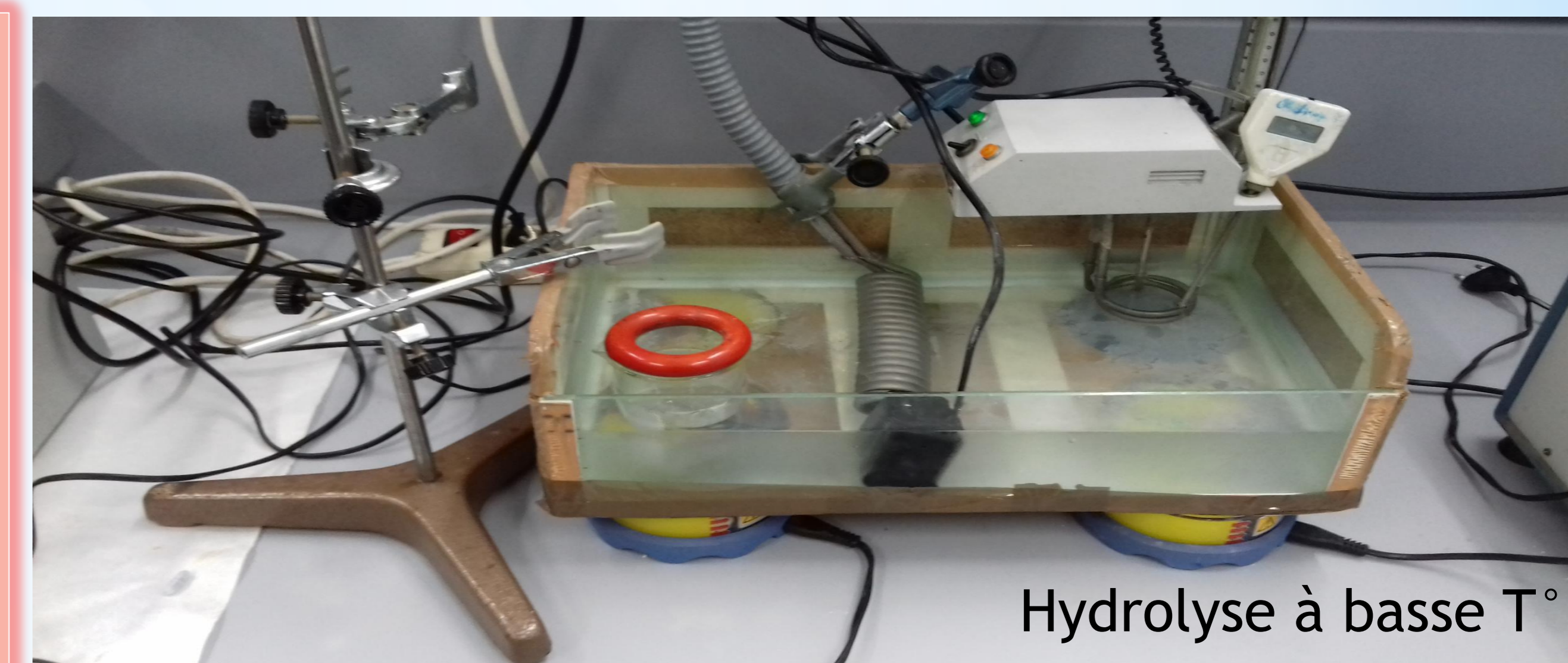
La photoactivité du TiO₂ dépend fortement de différents facteurs comme la taille des cristallites, la T° de traitement, la nature et le pourcentage de dopage... Une méthode de synthèse est donc très importante pour le contrôle des paramètres requis pour améliorer la photoactivité [4].

À l'échelle de l'application, les systèmes de suspension de TiO₂ sont généralement coûteux et prennent du temps car ils nécessitent une étape de post-traitement de filtration/séparation des nanoparticules [5].

Les objectifs de ce travail étaient:

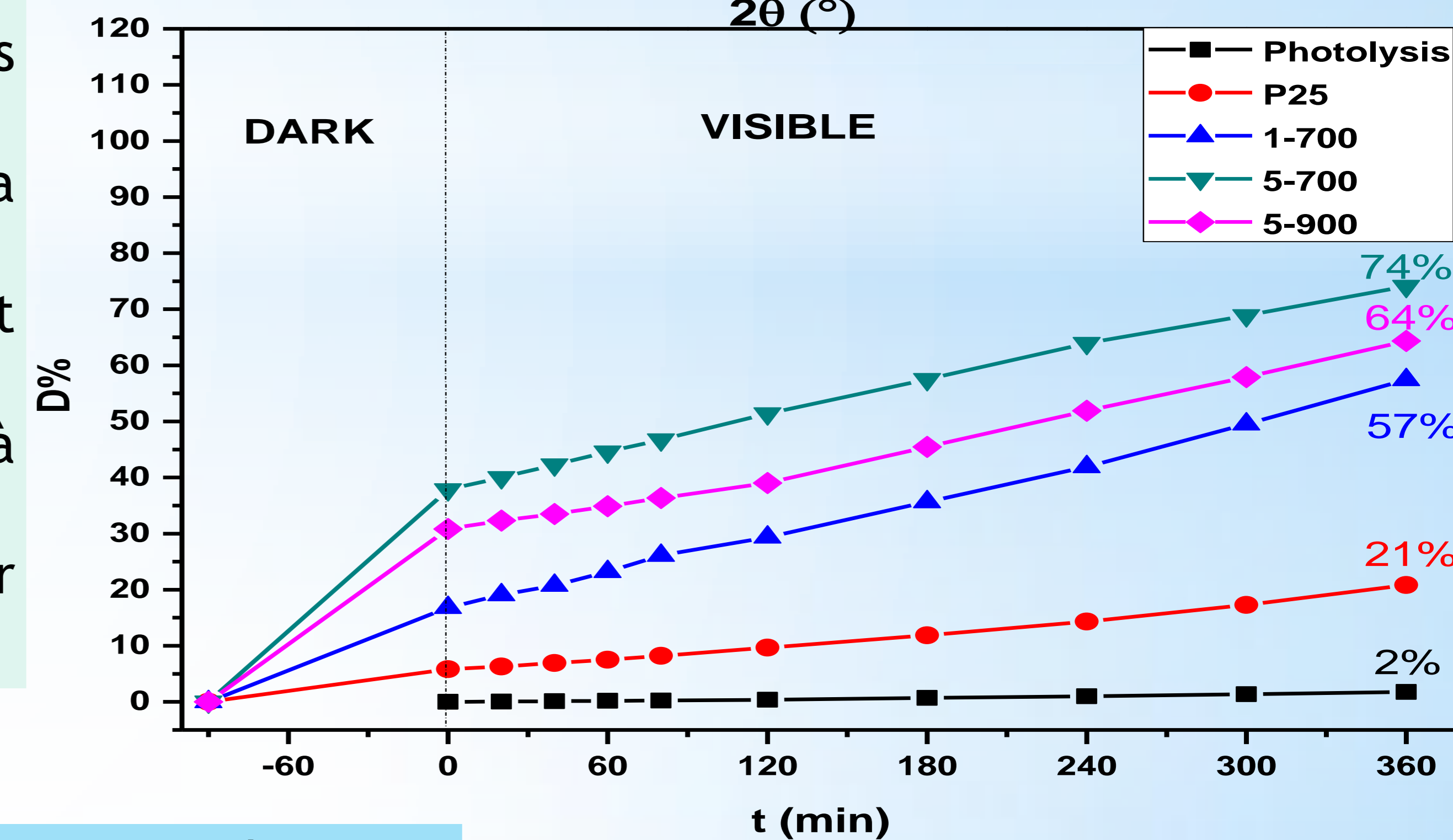
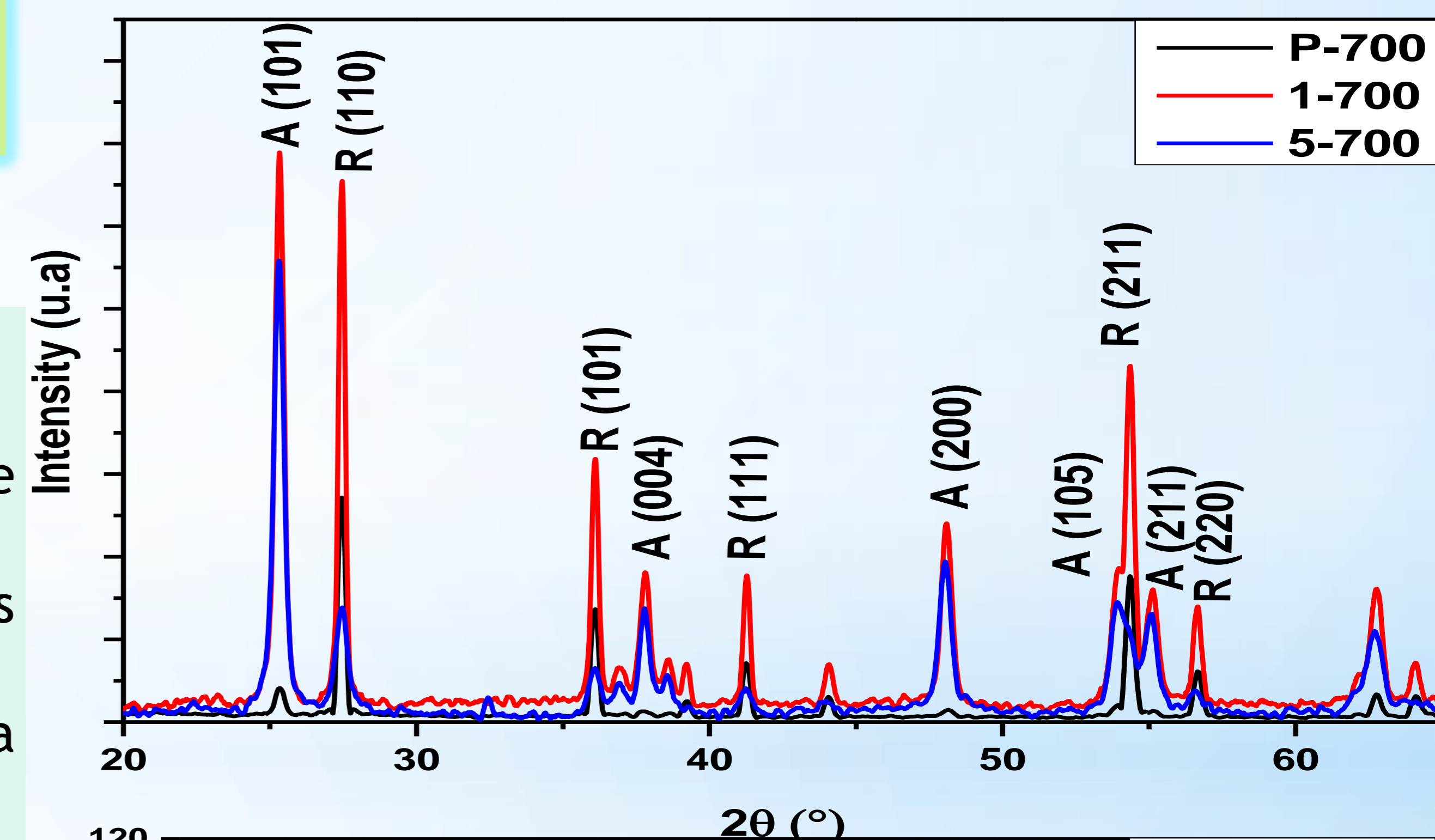
- Evaluer l'influence de la température et du dopage sur l'activité photocatalytique en lumière visible du W-TiO₂.
- Développer des configurations de TiO₂ immobilisé avec des propriétés adaptées comme alternative pour permettre une récupération simple du matériau photocatalytique.

Méthode de synthèse



Résultats et discussion

- ICP-AES: Teneur en % W en **bon accord** avec les valeurs optimales
- DRX et Raman : Deux phases polymorphes Anatase (A) et Rutile (R)
 - ✓ Le couplage de l'**homo-jonction** anatase-rutile avec le **dopage** par métal de transition réduit la recombinaison des porteurs de charge.
- wt% W **retarde** la transition A-R à haute T° et diminue la taille des cristallites A pour tous les échantillons traités à 700 °C.
 - ✓ La diminution de taille des cristaux peut être couplée à l'augmentation de la surface qui améliore l'activité photocatalytique.
- La T° a fait diminuer la valeur de E_g et le % de A alors qu'elle a augmenté le % des groupements OH et la taille des cristaux A.
 - ✓ La création d'un nouveau niveau d'énergie entre le BV et le BC réduit la recombinaison des porteurs de charge et élargit le spectre actif.
- XPS a montré que les espèces de surface (tel que Ti³⁺, Ti⁴⁺, O²⁻, les lacunes d'oxygène et les groupes OH adsorbés) varient en fonction des conditions de préparation.
- L'activité photocatalytique a été améliorée pour certains échantillons par rapport à l'oxyde de titane pur dans les rayons UV et visible.
 - ✓ Il existe une valeur de dopage et une T° de traitement optimales pour obtenir une haute activité des photocatalyseurs (5 wt% de W et T° = 700 °C).



Application semi-industrielle

- Un photoréacteur semi-industriel est mis à l'échelle en utilisant un revêtement à base des fibres spécifiques (Ahlstrom) comme support de photocatalyseur (PC500, Millenium©, anatase: > 99%, SBET 350 to 400 m²/g, CS= 5-10 nm).
- Nous visons à déposer nos poudres sur un substrat spécifique (tissu ou céramique) et de comparer son activité photocatalytique à celui des fibres industrielles enrobées. De nombreux paramètres peuvent être optimisés afin d'améliorer le fonctionnement de ce photoréacteur (angle d'inclinaison, débit d'eau...) en ajoutant par exemple un panneau de cellules solaires pour auto-alimenter à la fois la pompe à eau (assurant la circulation permanent de l'eau) et les lampes LED (assurant la continuité de l'émission lumineuse) en cas d'absence de lumière solaire.

Conclusions et perspectives

Notre étude permet de comprendre l'importance du dopage et de la température sur l'activité des catalyseurs lors de l'application. Il existe des valeurs optimales de dopage et de T° de traitement pour obtenir une haute activité des photocatalyseurs. Afin de valoriser nos poudres, nous visons à remplacer le PC500 par du W-TiO₂ et créer un système photocatalytique supporté pour éviter tout processus compliqué de filtration/séparation.

Références

- [1] X. Chen and S.S. Mao, Chem. Rev, 107, (2007) 2891-2959.
- [2] C.G. Maia, A.S. Oliveira, E.M. Saggiaro and J.C. Moreira, React. Kinet. Mech. Cat. 113 (2014) 305-320.
- [3] J. Zheng, S. Bao, Y. Guo and P. Jin, Surf. Coat. Technol. 240 (2014) 293-300.
- [4] X. Li, W. Zheng, G. He, R. Zhao and D. Liu, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2 (2013) 288-295.
- [5] P.M. Martins, R. Miranda, J. Marques, C.J. Tavares, G. Botelho and S. Lanceros-Mendez, RSC Adv. 6 (2016) 12708-12716.

