



HAL
open science

Transferts radiatifs dans les photoréacteurs : cas de milieux hétérogènes, avancées et limites actuelles

Enrique Ribeiro, Vincent Goetz, Gaël Plantard

► To cite this version:

Enrique Ribeiro, Vincent Goetz, Gaël Plantard. Transferts radiatifs dans les photoréacteurs : cas de milieux hétérogènes, avancées et limites actuelles. JNES, Jun 2024, Anglet (64), France. hal-04815808

HAL Id: hal-04815808

<https://cnrs.hal.science/hal-04815808v1>

Submitted on 4 Dec 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.

Transferts radiatifs dans les photoréacteurs : cas de milieux hétérogènes, avancées et limites actuelles.

Enrique Ribeiro^{*,1}, Vincent Goetz¹, Gaël Plantard¹

¹ Laboratoire Procédés, Matériaux et Energie Solaire (PROMES) – CNRS : UPR8521 – Tecnosud Rambla de la thermodynamique, 66000 Perpignan, France.

Résumé

Les applications de photo-conversion comme le traitement de l'eau et la production d'hydrogène sont souvent basées sur la photocatalyse hétérogène en raison de son intérêt environnemental notamment relié à la possibilité d'une utilisation directe de l'énergie solaire. Cependant, le déploiement à grande échelle de cette technologie solaire est freiné par des problématiques de maintien du catalyseur solide dans le photoréacteur et d'autre part du fait des variations naturelles de densité de flux solaire journalière et saisonnière qui rend délicat le contrôle et le dimensionnement des photoréacteurs.

L'idée de fixer le catalyseur sur des supports tels que des mousses à porosité ouverte a émergé depuis plusieurs années pour répondre à la problématique de maintien de ce dernier dans le photoréacteur. Plus récemment, le développement de particules core-shell obtenues par dépôt du catalyseur sur des micro-billes de verre de faible masse volumique, a ouvert une autre option, la flottaison, pour le maintien du catalyseur dans le photoréacteur. En parallèle – pour pallier au verrou posé par la discontinuité de la ressource solaire – des matériaux capables de stocker les substances à photo-convertir pendant les périodes de faible ensoleillement ont été développés et associés avec succès à des catalyseurs [1]. Ces solutions requièrent – du fait de la participation des photons au processus catalytique – de décrire le transport de rayonnement au sein du photoréacteur afin d'étudier les réactions de photo-conversions dont il est le siège [2,3].

Grâce aux travaux de Mie (1908), rendant possible le calcul de propriétés radiatives de particules sphériques, pléthore d'articles de la littérature scientifique ont traité de la problématique du rayonnement dans le cas de suspension de particules sphériques simples en résolvant l'équation de transfert radiatif par diverses méthodes. Cependant, il existe peu d'études du transfert radiatif en milieu hétérogène dans le cas de particules complexes (composites, core-shell,...) ou pour un catalyseur déposé sur un support de géométrie complexe (catalyseur supporté sur mousse).

Le but de ce travail est de montrer les avancées et limites en termes de description du transfert radiatif – utilisant la méthode de Monte Carlo – dans un photoréacteur plan pour différents milieux hétérogènes, allant du cas de particules sphériques simples au cas complexes évoqués en se focalisant sur des exemples incluant le TiO_2 comme catalyseur.

[1] Ribeiro E., Plantard G., Goetz V., 2021, "TiO₂ grafted Activated Carbon elaboration by milling: composition effect on sorption and photocatalytic properties", J.Photochem.&Photobiol.A:Chem. 408, 113108.

[2] Ribeiro E., Plantard G., Cornet J-F., Gros F., Caliot C., Goetz V., 2021, "Experimental and theoretical coupled approaches for the analysis of radiative transfer in photoreactors containing particulate media: case study of TiO₂ powders for photocatalytic reactions", Chem.Eng.Sci. 243, 116733.

[3] Goetz V.; Dezani C.; Ribeiro E.; Caliot C.; Plantard G.; "Continuous flow photocatalytic reactor using TiO₂-coated foam, modeling and experimental operating mode" AIChE Journal, 2023, 69 (4),17972.