

ANALYSE DU TRANSFERT DE RAYONNEMENT POUR LA PRODUCTION D'HYDROGENE EN PHOTOREACTEUR CATALYTIQUE

Fabrice GROS^{a,b}, Jérémie DAUCHET^{a,b}, Matthieu ROUDET^{a,b}, Jean-François CORNET^{a,b}

^a Université Clermont Auvergne, SIGMA Clermont, Institut Pascal, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand

^b CNRS, UMR 6602, Institut Pascal, F-63178 Aubière

Contact e-mail : fabrice.gros@sigma-clermont.fr

RÉSUMÉ

Le recours à l'énergie solaire en tant qu'alternative crédible aux énergies d'origine fossile n'est possible à grande échelle que dans le cadre de photoprocédés de conversion optimisés pour la production de carburants solaires. Parmi ces procédés, la conversion photocatalytique du rayonnement en hydrogène à partir d'une suspension de photocatalyseur est une solution d'avenir. Cependant avant d'être en mesure de proposer une conception optimisée d'un tel procédé, il est nécessaire de décrire les phénomènes au moyen de modèles de connaissance. Nous ciblons plus particulièrement la description rigoureuse du transfert de rayonnement au sein d'un photoréacteur, afin de décrire l'étape limitante qu'est la lumière dans tout photoprocédé. Pour cela, nous proposons l'utilisation d'une chaîne méthodologique développée au laboratoire comme présentée en figure 1.

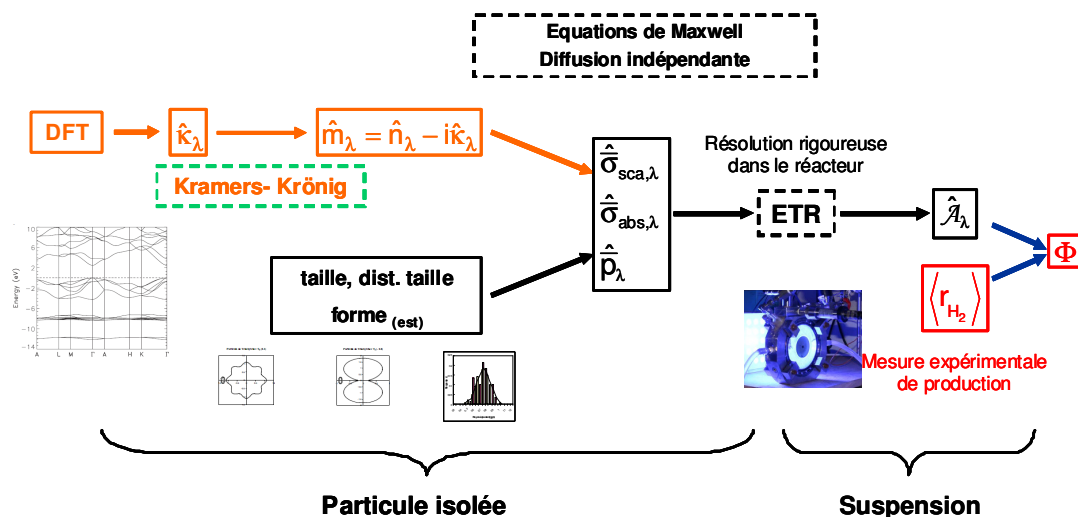


Figure 1 : Schéma de principe de la chaîne méthodologique développée

La première étape consiste en la détermination des propriétés optiques (indices de réfraction, n , et d'extinction, κ) des photocatalyseurs par l'intermédiaire de base de données, mesure ou utilisation des relations de Kramers-Krönig. La seconde étape vise à l'estimation des propriétés radiatives (coefficients d'absorption et de diffusion, fonction de phase) par résolution des équations de Maxwell en tenant compte des propriétés physiques des particules utilisées (taille et forme). Le dernier maillon s'intéresse à la résolution de l'équation de transfert de rayonnement, par la méthode de Monte Carlo, pour déterminer la distribution de la luminance ou de l'irradiance au sein du milieu. Des résultats expérimentaux de transmission obtenus au sein d'un réacteur de photoproduction de H_2 sont comparés avec les transmissions prédites par le modèle ; ils sont en très bon accord validant ainsi notre approche ainsi que les propriétés radiatives. Le champ de rayonnement et la vitesse volumétrique locale d'absorption du rayonnement peuvent ainsi être estimés et utilisés dans la formulation non seulement d'une loi de couplage cinétique, par l'intermédiaire d'un rendement quantique, Φ , entre cinétique de photoproduction et champ de rayonnement mais aussi d'une relation de couplage énergétique caractérisée par une efficacité thermodynamique η . Cette démarche d'analyse du transfert de rayonnement et de formulation de lois de couplage est générique et peut être adaptée à l'étude de n'importe quel photoprocédé.

Mots Clés : Transfert de rayonnement – Photoréacteurs – Hydrogène – Modèle de connaissance prédictif