



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène
U.S.T.H.B.



Faculté de Génie Mécanique et de Génie des Procédés

Thèse de Doctorat
Spécialité
Génie des Procédés

Option : Environnement des Procédés

Réalisé Par :

Maamar FEDAILAINE

THEME

**Conception et modélisation d'un photoréacteur : Application à la
photoréduction des métaux des eaux usées par électrochimie**

Promoteur : Mohamed TRARI

Soutenu publiquement devant un jury composé de :

Mme	F. BENTAHAR	Professeur (USTHB)	Présidente
Mme	F. KAOUAH	Professeur (USTHB)	Examinatrice
Mr	T. AHMED ZAID	Professeur (ENP)	Examineur
Mr	H. KHALAF	Professeur (USDB)	Examineur
Mr	K. LOUHAB	Professeur (UMBB)	Examineur
Mr	M. TRARI	Professeur (USTHB)	Directeur de thèse

Samedi 03 Décembre 2016

ملخص:

الحفز الضوئي غير المتجانس يعد بديلا واعدا لمعالجة الملوثات في المياه. ويعتمد هذا المبدأ على ظاهرة طبيعية وهي التحلل الضوئي الطبيعي الذي يتدخل في البيئة عند وجود الظروف اللازمة للتفاعلات الضوئية. امتصاص إشعاع ضوئي ذو طول موجة مناسب يحول الجزيئات إلى حالة مثارة وهذه الطاقة الزائدة يمكن أن تفقد عن طريق تغييرات كيميائية مباشرة، وتشكيل عنصر جديد ومستقر و / أو تشكيل وسيط متفاعل. يخضع المفاعل للأشعة فوق البنفسجية، وهذا النطاق الموجي ذو طاقة كافية لضمان تشكيل جذور حرة O_2° / OH° لهم قوة مؤكسدة كبيرة. الحفز الضوئي الشمسي يستخدم القسم المتعلق بالإشعاع فوق بنفسجي من الطيف لتحفيز المحفزات البيضاء. في هذا الصدد، تدخل هذه الطرق في إطار التنمية المستدامة باستخدام الشمس كمصدر للطاقة المتجددة. ومن بين المجالات المختلفة المرتبطة بالحفز الضوئي وبصفة خاصة الضوئية الشمسية يعتبر هذا الموضوع ذو أهمية. دفنا في هذا العمل هو إزالة النيكل باستعمال محفزات غير متجانسة ($CuFe_2O_4 / TiO_2$) ($CuFe_2O_4 / ZnO$) في تصميم مفاعل ضوئي معرض لأشعة الشمس. للسماح لأداء أمثل للتجارب، فإنه من المهم تحديد مسبقا للظروف التجريبية لحركية ازالة أيونات Ni^{2+} وإجراء مقارنة مع النماذج الرقمية.

كلمات البحث: الحفز الضوئي، أشباه الموصلات، معالجة المياه، ازالة و حركية النيكل، تصميم مفاعل، محاكات و نمذجة.

Résumé :

La photocatalyse hétérogène constitue une alternative prometteuse pour le traitement des polluants présents dans l'eau. Le principe de la photo-dégradation catalytique repose sur le phénomène naturel de la photolyse qui intervient dans l'environnement lorsque les conditions nécessaires au déroulement des réactions photochimiques sont réunies. L'absorption d'un rayonnement de longueur d'onde appropriée fait passer les molécules à un état excité et cet excès d'énergie peut-être dissipé par des modifications chimiques directes et formation d'un nouveau constituant stable et/ou production d'un intermédiaire réactif. Le réacteur est soumis à un rayonnement ultraviolet, gamme de longueur d'onde de contenu énergétique suffisant pour assurer via le catalyseur la production de radicaux libres OH° et /ou O_2° avec pouvoir fortement oxydant. La photocatalyse solaire ou héliocatalyse consiste à utiliser la part UV du spectre solaire afin d'activer les catalyseurs blancs. A cet égard, ces procédés s'inscrivent pleinement dans le cadre du développement durable utilisant le soleil comme source d'énergie renouvelable. Parmi les divers champs d'investigation liés à la photocatalyse hétérogène, l'ingénierie des réacteurs photocatalytiques et plus particulièrement les réacteurs photocatalytiques solaires, reste le sujet d'actualité. Notre objectif de travail est l'élimination du nickel sur des catalyseurs hétérojonctions ($CuFe_2O_4/TiO_2$) et ($CuFe_2O_4/ZnO$) dans une conception de photoréacteur exposé au rayonnement solaire. Pour permettre un fonctionnement optimal des expériences, il était important de déterminer au préalable les conditions opératoires pour la cinétique de la réduction des ions Ni^{2+} et faire une comparaison avec la modélisation numérique.

Les mots clés : Photocatalyse, semi-conducteur, traitement des eaux, réduction et cinétique de nickel , conception des réacteurs, simulation et modélisation.

Abstract:

Heterogeneous photocatalysis is a promising alternative for the treatment of pollutants in water. The principle is based on the natural phenomenon of photolysis which intervenes in the environment when the conditions necessary for the unfolding of the photochemical reactions are encountered. The absorption of suitable radiations ($h\nu > E_g$) of suitable wavelength causes the molecules to pass to an excited state and this excess energy can be dissipated by direct chemical modifications, formation of a new stable constituent and / or reactive intermediates. The reactor is subjected to ultraviolet radiation, sufficient to ensure, via the catalyst, the production of free radicals OH° and/or O_2° with strong oxidizing power. Solar photocatalysis activates the white catalysts by UV radiation accounting for 5% of the total flux. In this respect, these processes are fully part of sustainable development using the sun as renewable energy. Among the various fields, the engineering of photocatalytic reactors remains the topical subject. Our goal is to remove the harmful Ni^{2+} on the hetero-junctions ($\text{CuFe}_2\text{O}_4/\text{TiO}_2$) and ($\text{CuFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$) in a photoreactor design exposed to solar radiation. To allow high efficiencies, it was important to determine the optimal operating conditions for the kinetics of the reduction of the Ni^{2+} and to make a comparison with the numerical modeling.

Keywords: Photocatalysis, semiconductor, water treatment, kinetics and nickel reduction, design of reactor, simulation and modeling.