



HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **18 septembre 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Madame ELSELLAMI Leila**

Titre des travaux : « *Catalyse, Environnement et Valorisation : Approche photocatalytique* »



Résumé

Ce mémoire d'habilitation à diriger des recherches présente une synthèse de mes activités de recherche scientifique, pédagogique et administrative. Ces activités concernent spécifiquement la période depuis le début de ma carrière en tant que Maître Assistant jusqu'à aujourd'hui.

Mes travaux de recherche contribuent à la dépollution de l'eau par photocatalyse et à la valorisation de la biomasse en produits chimiques à valeur ajoutée. Plus précisément, l'objectif de ces travaux est de développer de matériaux à propriétés photocatalytiques élevées par la méthode sol-gel, afin de répondre aux problématiques environnementales.

À cet égard, la troisième partie de mon mémoire de H.D.R. qui se concentre sur la recherche, s'articule autour de trois grands thèmes. Dans le premier, je suis intéressée à la dégradation des composés d'ADN et ARN à savoir l'uracile, la cytosine et la thymine. Pour ce faire, j'ai étudié les cinétiques d'adsorption et de minéralisation sur la référence commerciale TiO₂-P25 pour déterminer le devenir du carbone organique et de l'azote organique (la formation de nitrate et d'ammonium). En parallèle, j'ai analysé divers métabolites, en mettant l'accent sur le suivi de l'évolution des intermédiaires aromatiques issus de la dégradation des acides aminés aromatiques. Par ailleurs, plusieurs paramètres ont été pris en compte, tels que la concentration du polluant, le pH, et le flux lumineux. Mon objectif était de comprendre les mécanismes de dégradation en identifiant et quantifiant les sous-produits à l'aide de différentes techniques analytiques, telles que la chromatographie liquide et de masse, le carbone organique total (COT), et la chromatographie ionique. Ce type d'étude m'a permis de comprendre les réalisations potentielles de photocatalyse tels que la désinfection, la stérilisation et la dégradation des biomolécules, citons à titre d'exemples l'ADN et de l'ARN ainsi que des polluants aqueux organiques indésirables.

Dans le deuxième thème, j'ai concentré sur la conception, l'optimisation et l'élaboration de nouveaux photocatalyseurs à haut rendement catalytique et à bonne stabilité, dans le but d'augmenter la cinétique de dégradation photocatalytique de composés organiques ayant des effets néfastes sur l'environnement. Ces thématiques occupent une position stratégique dans les activités de recherche à l'échelle mondiale, compte tenu de leur impact considérable sur l'avenir de plusieurs secteurs de l'industrie et de la technologie.

Il est bien connu que les photocatalyseurs les plus couramment utilisés et étudiés sont le TiO_2 et le ZnO . Néanmoins, ces deux matériaux présentent des limitations notables en raison de leur large bande interdite, de leurs faibles surfaces spécifiques, et du problème de recombinaison des paires électron/trou. Afin de surmonter ces limitations, mes efforts se sont concentrés sur la mise au point de nouveaux photocatalyseurs visant à améliorer leurs efficacités et performances photocatalytiques. Cela a été réalisé à travers différentes méthodes, notamment le dopage avec de métaux ou de non-métaux, la modification de surface par imprégnation, et le dopage et/ou le couplage avec des semi-conducteurs. Ces approches constituent le cœur de mes objectifs, axés sur l'amélioration de l'efficacité des matériaux synthétisés. Mon ambition est de développer des matériaux dotés de hautes performances photocatalytiques, d'une inertie chimique élevée et d'une excellente stabilité dans l'eau.

Dans le troisième thème de mon mémoire de HDR, j'ai orienté vers un nouvel axe de recherche portant sur la valorisation de la biomasse. La transformation de la biomasse permet d'obtenir des produits plus intéressants. Cette transformation repose principalement sur deux approches : la voie biochimique (étude de procédés de conversion biologique de la biomasse pour la production de produits d'un intérêt majeur) et la voie thermochimique (étude des procédés de conversion thermochimique de la biomasse par pyrolyse pour la fabrication de charbon actif). Au sein du premier chapitre du troisième thème, j'ai présenté une nouvelle méthode verte pour la synthèse d'un composé peu abondant, l'Hydroxytyrosol, qui est l'un des antioxydants les plus importants, utilisé dans différents domaines. Cette méthode écologique repose sur la photocatalyse hétérogène en utilisant de matériaux à base de TiO_2 , en partant du Tyrosol comme composé de départ, abondant dans les fruits d'oliviers et les huiles d'olives. L'oxydation photocatalytique partielle du tyrosol par des radicaux hydroxyles a été étudiée. Pour cette raison, trois différentes poudres de TiO_2 , une synthétisée et deux commerciales (P25 et anatase), ont été utilisées pures et modifiées à la surface comme des photocatalyseurs. Les différents photocatalyseurs ont été modifiés par fluoration et utilisés pour l'oxydation photocatalytique du Tyrosol. Ces poudres ont été caractérisées par DRX, ATG et DRS. Il a été prouvé que la fluoration de la surface améliore la sélectivité envers l'Hydroxytyrosol, en particulier pour le P25 où la valeur de la sélectivité la plus élevée est 10 %. Dans ce contexte, l'intensification des processus de valorisation de la biomasse via la photocatalyse représente une approche prometteuse, compte tenu des grandes quantités de biomasse générées (déchets d'oliviers, de palmiers dattiers, etc.).

Dans le deuxième chapitre du troisième thème, j'ai poursuivi mes travaux de recherche axés sur la valorisation de la biomasse. Plus précisément, la biomasse ainsi que de nombreux déchets solides sont également utilisés comme matières premières pour la fabrication de charbon actif. C'est dans cette optique que l'idée de synthétiser de matériaux hybrides a émergé, mettant en avant notamment l'association du

charbon actif avec le ZnO. L'approche choisie consiste à combiner deux processus adsorption- photocatalyse en utilisant le charbon actif comme adsorbant et le ZnO comme photocatalyseur. Les résultats ont mis en évidence une augmentation significative et sélective de l'adsorption et de l'activité photocatalytique de polluants aromatiques et aliphatiques. Enfin, une attention particulière est portée à l'élaboration et à la régénération des matériaux à base de d'oxyde métallique adaptés aux applications visées.

Mon mémoire de HDR se conclut par une synthèse générale où j'évoque de solutions prometteuses sur le plan environnemental. J'ai examiné des applications dans des domaines prioritaires tels que la dépollution des effluents aqueux, l'exploitation de l'énergie solaire, le traitement des eaux par adsorption et voie photocatalytique, ainsi que la séparation et la valorisation des sous-produits issus de diverses ressources. Les résultats obtenus se distinguent par leur originalité et apportent une valeur ajoutée significative, tant sur le plan économique que scientifique.

À long terme, l'avenir de la photocatalyse pour la purification/décontamination de l'eau repose sur ses avantages économiques, conditionné par la performance des dispositifs photocatalytiques en développement ou actuellement sur le marché. Ces dispositifs doivent répondre aux performances revendiquées et aux attentes suscitées auprès du grand public.

