Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Monsieur MOHAMMED KACHABI

Discipline : Chimie
Spécialité : Sciences et Génie des Matériaux et des Procédés

Sujet de la thèse

Traitement des eaux usées de la ville de Fès par action combinée des procédés conventionnels et d'oxydation avancée

Formation Doctorale " Sciences et Génie de la matière, de la Terre et de la Vie "

Thèse présentée et soutenue **le vendredi 22 décembre 2023 à 11h** au Centre de Conférence de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement	
Fahd OUDGHIRI HASSANI	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Safi	Président
Laura SCRANO	PES	University of Basilicata, Potenza	Rapporteur
Fouad KHALIL	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Salah RAFQAH	PH	Faculté Polydisciplinaire de Safi	Rapporteur
Anne GIROIR-FENDER	PES	Université Claude Bernard Lyon 1	Examinateur
Mounia EL HAJI	PES	Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique de Casablanca	Examinateur
Imane EL MRABET	PA	Faculté Polydisciplinaire d'Ouarzazate	Invitée
Corinne FERRONATO	MC	Université Claude Bernard Lyon 1	Invitée
Mostafa NAWDALI	PES	Faculté Polydisciplinaire de Taza	Invité
Hicham ZAITAN	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeur de thèse
Jean-Marc CHOVELON	PES	Université Claude Bernard Lyon 1	Co-Directeur de thèse

Laboratoire de recherche : Laboratoire Procédés, Matériaux et Environnement
Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Résumé de la thèse

Une eau usée municipale ou dite eau résiduaire est un effluent liquide d'origine domestique et ou industrielle, chargé en contaminants organique, minérale et fécale, menaçant l'environnement aquatique ainsi que le sol. En effet, les eaux usées de la ville de Fès sont réputées pour leur niveau de pollution engendré par les activités anthropiques, nécessitant une mise en points de l'état de la situation en matière de conformité aux normes en vigueur, ainsi que la mise en comparaison des procédés conventionnels appliqués dans la filière de traitement des eaux usées par rapport aux techniques innovantes et avancées rapportées dans la littérature.

Dans ce contexte, une retombée principale de ce rapport de thèse est liée à la caractérisation physicochimique et bactériologique des eaux usées de la ville de Fès, puis à l'évaluation de la performance de certains procédés de traitement conventionnels (coagulation-floculation, aération, adsorption) et avancés (procédés Fenton, photocatalyse), appliqués dans un mode simple ou séquentiel (combiné), pour une remédiation compatible avec les exigences en matière de rejet et/ou de réutilisation. Par ailleurs, la présente étude se situe dans un cadre de développement durable par la valorisation des déchets solides tels que la préparation des charbons actifs à partir des graines de Jujube et l'utilisation des argiles comme support des nanoparticules qui catalysent les réactions de dégradation des composés organiques, réduisant ainsi le coût global de traitement.

Les résultats de la caractérisation physicochimique et microbiologique des eaux usées de la ville de Fès montrent une variabilité au niveau des valeurs des paramètres enregistrés selon les périodes. Il a été démontré qu'une pollution aigue en termes de DCO, de DBO5 et de MES a eu lieu au cours des périodes qui connaissent une forte activité saisonnière (récolte des olives), en plus d'une pollution chronique liée aux rejets continus des eaux usées urbaines et industrielles. En conséquence, la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées de la ville de Fès à l'état brute ne parait guère plus satisfaisante pour une réutilisation potentielle, ni pour un rejet direct dans le milieu naturel. En outre, l'évaluation de l'efficacité de traitement a été faite sur la base d'élimination de la DCO, de la couleur et de l'absorbance à 254 nm. Ainsi, l'application des procédés de coagulation-floculation (C-F), d'aération et d'adsorption sur charbon actif (CA) désigné par JSAC (Jujub Seeds Activated Carbon) a permis de réduire 78 %, 75 %, 62 % de la DCO initiale, et de 98 %, 40 % et 83 % de la couleur initiale, en plus de 88 %, 40 % et 67 % de l'absorbance à 254 nm, respectivement. D'après ces résultats, il s'est avéré qu'un traitement par combinaison des procédés qui présentent des rendements compétitifs pourrait améliorer la qualité de l'effluent épuré. Ainsi, le traitement séquentiel des eaux usées contaminées par le phénol en utilisant la séquence C-F suivi par l'adsorption sur deux charbons actifs (CA-KOH et CA-K2CO3) a montré une efficacité d'élimination de la DCO de 89 % et 84.7 % respectivement, dont 67,4 % a été attribué au traitement préliminaire par C-F. L'effet compétitif de la matière organique dissoute (MOD) était significatif au détriment des molécules de phénol qui se

traduit par une augmentation du temps de contact par rapport à une solution synthétique de phénol à 10 mg/L, tandis que l'effet de la matrice ionique sur l'adsorption de phénol était moins accentué. Le couplage des méthodes conventionnelles d'aération et de C-F avec certaines technologies d'oxydation avancées a été examiné. En effet, l'enchainement de la méthode d'aération avec le Logo procédé Fenton a abouti à une élimination de la DCO initiale de 86 %, tandis que l'enchainement de la C-F avec la photocatalyse au TiO2 a permis une élimination quasi totale de la DCO initiale.

A la lumière de ce qui précède, on peut conclure que la meilleure combinaison de procédés de traitement des eaux usées de la ville de Fès a été obtenue avec le couplage de la C-F avec la photocatalyse au TiO2, ce qui permet d'avoir un effluent en sortie avec des caractéristiques qui répondent aux différentes normes nationales pour la réutilisation dans plusieurs domaines tels que l'irrigation.

Mots clés : Eaux usées, coagulation-floculation, adsorption, aération, couplage des procédés, POA