

## UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT (Arrêté du 25 mai 2016)

Date prévue pour la soutenance  
8/12/16.....

N° d'étudiant

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Mathon Baptiste**.....

Titre de la thèse : **Photodégradation et oxydation chimique de micropolluants pharmaceutiques et phytosanitaires en traitement tertiaire: performances, mécanismes et modélisation**

### Résumé de la thèse :

La directive cadre sur l'eau (2000/60) a pour objectif d'atteindre le bon état chimique et écologique des eaux superficielles et souterraines sur tout le territoire européen. La directive 2013/39/UE a récemment révisé la liste des substances « prioritaires », et a introduit en plus une liste dite « de vigilance » (EC, 2015) qui contient des substances chimiques dont les connaissances sur l'exposition et la dangerosité sont à documenter. Les stations de traitement des eaux usées (STEU) domestiques actuelles n'ont pas été conçues pour éliminer les micropolluants. Si elles en éliminent une grande partie, de nombreux micropolluants organiques (pesticides, composés pharmaceutiques, hormones, etc.) sont encore présents dans les eaux traitées.

Certains procédés de traitement tertiaires (ou complémentaires) intensifs ou extensifs ont récemment été étudiés de façon à déterminer leur capacité à éliminer des micropolluants considérés comme réfractaire au traitement en procédé biologique (peu biodégradable ou faible sorption sur les MES) et/ou présent en fortes concentrations dans les eaux brutes. Ainsi, l'oxydation par l'ozone ou par le peroxyde d'hydrogène, et l'adsorption sur charbon actif présentent des rendements supérieurs à 70% pour la majorité des pesticides et des pharmaceutiques. Concernant les procédés extensifs, de récentes études suggèrent que le rayonnement solaire pénétrant dans une colonne d'eau (ex. zone de rejet végétalisée (ZRV) de type bassin) permettrait d'éliminer partiellement certains micropolluants avec une photodégradabilité importante (diclofénac, kétoprofène, etc.).

L'objectif général de ce travail de doctorat était d'améliorer la compréhension des mécanismes d'élimination de 63 micropolluants organiques toujours présents en sortie de traitement secondaire par deux processus utilisés en traitement complémentaire: la photodégradation et l'oxydation à l'ozone. Cet objectif avait pour but de proposer des pistes d'optimisation pour 2 types procédés de traitement complémentaire : une tour d'ozonation et une ZRV de type bassin.

Afin de répondre à cet objectif, nous avons développé une méthodologie commune aux deux processus. La première étape consistait à réaliser un état de l'art afin de compiler les études cinétiques réalisées sur notre sélection de micropolluants disponible dans la littérature. Deux bases de données ont ainsi été créées et ont permis d'avoir une vision critique des données issues de la littérature et de pouvoir positionner nos résultats expérimentaux par rapport à cet état de l'art.

Lors de la deuxième étape, des études à l'échelle pilote ont été menées afin d'améliorer les connaissances sur les mécanismes d'élimination par oxydation par voie directe ( $O_3$  ou photons) ou bien par voie indirecte ( $OH^\bullet$ ). Ainsi la voie de dégradation majeure (directe ou indirecte) a été déterminée pour l'ensemble des

micropolluants étudiés et l'influence de certains paramètres physico-chimique de l'effluent (nitrates, nitrites, MES, MOD, etc.) a été abordée. Des modèles numériques permettant de simuler l'élimination des micropolluants par photodégradation et oxydation à l'ozone ont été développés et calés à partir des expériences à l'échelle pilote.

La troisième étape s'est intéressée aux performances d'élimination des micropolluants à l'échelle de des procédés de traitement complémentaire. Ces expériences combinées aux résultats issus de l'échelle pilote ont permis de classer en 3 groupe (rapide, intermédiaire et lent) 47 micropolluant selon leur dégradation par oxydation à l'ozone et 42 micropolluants selon leur photodégradation. De plus des prévisions effectuées avec les modèles ont été comparées avec les résultats expérimentaux et ont confirmées leur utilisation comme outil d'aide à la prédiction du comportement des micropolluants en traitement complémentaire.