

Résumé – Thèse Ronan Guillosoou

Les stations de traitement des eaux usées sont l'une des principales sources de micropolluants organiques dans les milieux aquatiques récepteurs, qui peuvent avoir un impact négatif sur la faune et la flore. L'une des solutions envisagées pour limiter le rejet des micropolluants organiques est l'ajout d'une étape de traitement avancé aux stations de traitement des eaux usées, et parmi les principaux procédés envisagés figure l'adsorption sur charbon actif. Ces travaux de thèse s'intéressent à l'élimination des micropolluants organiques des eaux résiduaires urbaines par adsorption sur charbon actif.

Une évaluation des bénéfices apportés par un traitement avancé par adsorption sur charbon actif en comparaison à une filière de traitement conventionnelle a tout d'abord été menée. L'étude réalisée sur l'usine de Seine Centre (Colombes, SIAAP) suivie d'un pilote industriel d'adsorption sur charbon actif en micro-grain et lit fluidisé (CarboPlus®, Saur) a montré que le traitement primaire n'est pas efficace pour éliminer les micropolluants organiques, tandis que le traitement biologique permet d'éliminer les molécules biodégradables. Si le gain d'élimination propre au traitement avancé n'est pas significatif pour les molécules déjà bien traitées sur l'usine, le traitement avancé est nécessaire pour les composés récalcitrants aux traitements conventionnels et permet d'atteindre des abattements globaux satisfaisants.

L'influence des propriétés du charbon actif et des micropolluants organiques sur le processus d'adsorption en présence de matière organique dissoute (MOD) a ensuite été étudiée. Un pourcentage de volume microporeux trop élevé s'avère défavorable à l'élimination de plusieurs molécules en raison d'un blocage de pores plus important engendré par l'adsorption de la MOD. Le blocage de pores est le principal effet négatif engendré par l'adsorption de la MOD plutôt que la compétition pour les sites d'adsorption. Les molécules anioniques sont moins bien adsorbées que les molécules cationiques en raison de la présence à la surface du charbon de MOD chargée négativement. Les micropolluants organiques et la MOD sont capables d'interagir en solution par la formation de complexes qui favorisent indirectement l'élimination des micropolluants mais ne permettent pas de compenser les effets négatifs engendrés par la présence de MOD.

Une étude sur le couplage entre l'ozonation et l'adsorption sur charbon actif a ensuite été menée en vue d'améliorer l'élimination des micropolluants organiques réfractaires à l'adsorption. L'ozonation permet d'augmenter l'adsorption des micropolluants en diminuant l'adsorbabilité de la MOD, mais seulement à de fortes doses d'ozone spécifiques. Pour des doses moins élevées, les deux procédés se sont avérés complémentaires : l'ozonation est efficace pour éliminer les molécules peu adsorbables, tandis que les molécules réfractaires à l'ozone sont bien adsorbées. Les performances de l'étape d'ozonation sont apparues très dépendantes de la qualité de l'effluent à traiter, notamment en présence de MES.

Le dernière partie de ce travail est consacrée au développement d'outils de suivi des performances d'adsorption en examinant le potentiel de prédiction de l'abattement des micropolluants par mesures de fluorescence 3D. Des corrélations positives sont observées entre l'abattement des micropolluants organiques et de certains indices de fluorescence. Le développement de régressions linéaires multiples permet d'améliorer significativement la prédiction de l'élimination de la majorité des molécules suivies. Ces résultats démontrent que la prédiction des performances d'élimination des micropolluants organiques par adsorption sur charbon actif est possible à l'aide de la fluorescence 3D.