

"Modélisation semi-distribuée de la production et du transfert des MES, HAPs et métaux dans les eaux urbaines de temps de pluie"

Par Saja AL ALI

Résumé :

La maîtrise de la contamination générée par temps de pluie en milieu urbain constitue un enjeu environnemental important pour limiter la dégradation des milieux aquatiques superficiels. Les outils de modélisation traditionnelle utilisés pour estimer les flux de polluants dans les eaux de ruissellement sont jugés insuffisants dans leur capacité à reproduire les dynamiques des polluants à l'exutoire. Cela est souvent lié au manque de connaissances précises sur les processus en jeu d'une part, et d'autre part aux difficultés d'acquérir des bases de données représentatives et en continu sur des sites réels. Cette thèse a donc pour objectif d'améliorer l'état de la modélisation de la qualité. Elle vise en particulier le développement d'un outil de modélisation conceptuelle de la qualité des eaux de ruissellement à l'échelle du quartier, à partir d'une compréhension approfondie des processus d'accumulation et de lessivage. La simulation des pollutogrammes de matières en suspension (MES) à l'avaloir du bassin versant routier avec les modèles conceptuels d'accumulation-lessivage montre la faible performance des modèles pour estimer les dynamiques d'émissions de MES pour des longues périodes ; la variabilité du processus d'accumulation est le responsable principal de l'inadéquation de ces modèles. L'évaluation de la contribution des retombées atmosphériques sèches à la contamination des eaux de ruissellement en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) et métaux montrent que l'atmosphère ne joue qu'un rôle très mineur dans la contamination des eaux de ruissellement par ces substances. Ainsi le couplage des modèles atmosphériques, qui ne tiennent pas compte des émissions directes liées au trafic, avec les modèles de qualité de l'eau, ne semble pas très pertinent dans l'objectif d'améliorer la prédiction de la contamination des eaux pluviales à l'exutoire. L'investigation à la micro-échelle du mécanisme de lessivage montre que les particules fines sont les plus susceptibles d'être mobilisées par le ruissellement. Cette étude a été menée en utilisant un simulateur de pluie innovant qui présente les avantages d'être mobile et léger, et la possibilité d'avoir des enregistrements en ligne du débit et de la turbidité. Les nouvelles connaissances acquises sur les processus

soulignent une grande variabilité qui remet en cause l'intérêt de leur modélisation avec des approches déterministes. Ces connaissances sont intégrées à l'échelle du quartier pour développer un outil de modélisation conceptuelle basé sur une approche stochastique d'estimation de la concentration moyenne de MES et des paramètres de qualité. Le modèle développé est intégré dans le modèle hydrologique URBS. L'application de ce modèle permet d'intégrer la variabilité spatiale et temporelle des émissions en distinguant les contributions de chaque occupation du sol. Les résultats sont prometteurs en termes d'estimation des niveaux de concentration de MES à l'exutoire du bassin versant et de réplique du comportement général de la dynamique de MES, cependant des améliorations peuvent être envisagées pour consolider l'approche et améliorer ses prédictions. La comparaison de ce modèle avec des approches de modélisation empirique globale, conceptuelle semi-distribuée et physique distribuée, montre qu'en termes de pouvoir prédictif et de fiabilité, l'approche URBS-stochastique en parallèle avec l'approche de modélisation physique distribuée sont les plus performantes. En termes de simplicité d'implémentation et d'ajustement entre les observations et les simulations, les approches de modélisation empirique globale et conceptuelle semi-distribuée sont les plus puissantes. A l'issue de cette comparaison, il est clair qu'il n'existe pas un modèle parfait qui couvre toutes les caractéristiques de la modélisation de la qualité des eaux de ruissellement. Le choix de l'approche de modélisation la plus appropriée doit se faire en fonction des objectifs attendus par le modélisateur.