

## 5.1 Renouveau de la simulation du métabolisme en rivière à l'aide du logiciel ProSe-PA : vers une gestion des rejets en temps réel

*Flipo, N.1, Wang, S. 2,1, Hasanyar, M.1, Romary, T.1, Mouchel, J-M.2, Bernier, J.3, Rocher, V.3*

<sup>1</sup>Centre de Géosciences, Mines Paris, Université PSL

<sup>2</sup>UMR METIS

<sup>3</sup>Direction de l'innovation, SIAAP

Depuis la formulation du premier modèle de qualité des eaux en 1925 par Streeter and Phelps, les logiciels de simulation de la qualité des eaux en rivière se sont considérablement enrichis avec notamment, comme c'est le cas pour le module biogéochimique RIVE du PIREN Seine, la mise en oeuvre de schémas numériques centrés sur les communautés d'individus.

Depuis sa publication en 1994 par Billen et al., RIVE a été implémenté dans deux outils de simulation de la qualité des eaux en rivière, dont le logiciel ProSe qui permet de simuler la réponse de la Seine aux rejets de l'agglomération parisienne en régime transitoire depuis l'amont de Paris jusqu'à l'entrée de l'estuaire à Poses. Cet outil permet d'estimer le métabolisme du fleuve, c'est à dire de quantifier les termes de production et de consommation de l'oxygène par les micro-organismes présents dans la colonne d'eau et les sédiments, ainsi que par les processus physiques de réaération des eaux au droit des ouvrages hydrauliques et par la navigation.

Traditionnellement, les modèles de simulation de la qualité de l'eau, dont ProSe, étaient calibrés sur une période de temps variant de l'échelle de la saison à l'échelle pluri-annuelle pour les paramètres dont l'estimation par des manipulations en laboratoire était impossible. Cette méthodologie fournit une compréhension statique du système car une fois déterminés les paramètres du modèle sont constants tout au long de la simulation. Les travaux de thèse de Lauriane Vilmin ont poussé ce paradigme dans ses retranchements par le biais de simulations pluriannuelles qui affichent certes de bonnes performances, mais qui présentent toujours de forts biais de simulation à certaines périodes de l'année.

Parallèlement à ces travaux, le suivi de la qualité de l'eau par des réseaux de capteurs haute fréquence s'est très largement développé durant la dernière décennie, notamment avec le développement aujourd'hui du réseau MeSeine opéré par le SIAAP. Ces données peuvent être mises utilement en synergie avec les modèles de qualité de l'eau par les méthodes d'assimilation de données, ouvrant ainsi la voie à un changement de paradigme en termes de modélisation de la qualité de l'eau. Les paramètres des modèles sont dorénavant considérés comme étant dynamiques. Il est ainsi possible d'envisager la simulation de changement d'espèces dominantes au sein du système fluvial, ou encore l'évolution du trafic fluvial.

Le logiciel ProSe-PA a ainsi été développé lors des travaux de thèse de Shuaitao Wang pour assimiler les données de suivi haute fréquence du milieu. Il correspond au pilotage par un filtre particulaire du logiciel ProSe historique. Cette première implémentation mondiale d'un filtre particulaire dans le domaine de la qualité des eaux révolutionne notre capacité à quantifier le métabolisme des rivières et fleuves. Il est ainsi possible aujourd'hui d'identifier des successions d'espèces lors d'efflorescences algales comme cela est montré pour la Seine en 2011.

Des écarts persistent cependant entre observations et simulations en période d'étiage hors efflorescences algales. Les travaux de thèse en cours de Masihullah Hasanyar ont permis de montrer qu'il était maintenant nécessaire d'évaluer le contenu en carbone organique dissous biodégradable dans les apports au système fluvial. Un modèle de matière organique est ainsi implanté dans le logiciel ProSe-PA dont les paramètres varient suivant le type d'apport (fleuve, station d'épuration ou déversoir d'orage). Le paramètre décrivant la biodégradabilité du carbone organique dissous sera dorénavant estimé dynamiquement par ProSe-PA. Cette évolution du logiciel et ses temps de calcul extrêmement rapides permettent d'envisager le développement d'un système de pilotage du traitement des effluents urbains en temps réel en collaboration avec le programme innEAUvation du SIAAP.