

Modélisation et contrôle en temps réel d'un système d'amélioration de la décantation primaire par traitement chimique ponctuel

Sovanna Tik*, Sylvain Langlois**, Peter A. Vanrolleghem*

*modelEAU, Département de génie civil et de génie des eaux, Université Laval, 1065 av. de la Médecine, Québec, QC, G1V 0A6, Canada (courriel : sovanna.tik.1@ulaval.ca)

**Ville de Québec, Division du traitement des eaux, 105 boulevard Henri-Bourassa, C.P. 700, Québec, QC, G1R 4S9, Canada

Résumé

La Ville de Québec dispose de deux stations d'épuration des eaux usées (STEPs) pour une capacité totale de 690,000 m³/j desservant une population d'environ 540,000 habitants. Bien que les nouveaux développements sont maintenant reliés à des réseaux d'égouts séparatifs, une grande partie du réseau, comprenant notamment le Vieux-Québec, est encore unitaire. Les stations de traitement des eaux usées sont donc grandement soumises aux aléas climatiques. La fonte des neiges et les événements pluvieux importants sont les périodes les plus critiques (Harlé, 2006). De plus, pour réduire les déversements de réseaux unitaires dans la rivière Saint-Charles et au niveau de la plage Jacques-Cartier, quatorze réservoirs de rétention pour une capacité totale de plus de 150,000 m³, ont été construits. La dernière phase s'est achevée en 2010. Ce projet a permis de passer de la cinquantaine de déversements annuels observés en moyenne par structure à moins de quatre déversements par saison estivale, limite autorisée par la loi. Après les événements pluvieux, les volumes emmagasinés dans les bassins de rétention sont envoyés aux stations d'épuration à débits maximum, le but étant de récupérer au plus vite l'ensemble des volumes de stockage. Cette situation a pour effet de prolonger l'impact des périodes de forts débits et représente un impact non négligeable sur les stations d'épurations (Wipliez, 2011; Maruejols et al., 2011). Pour assurer le respect des exigences de rejets des STEP s fixées par le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, la Ville de Québec a choisi de renforcer son traitement primaire par coagulation-floculation de manière ponctuelle. En effet, même avec des unités lamellaires, la performance des décanteurs est loin d'être optimale lors des surcharges hydrauliques prolongées, entraînant un colmatage important du traitement secondaire par biofiltration.

Une étude préliminaire recommande un dosage de 70 mg/L d'alun et de 0.2 mg/L de polymère (Lajoie et al., 2008). Il a été estimé qu'un tel dosage pendant les périodes critiques représenterait un coût annuel d'environ 720,000\$ pour l'approvisionnement en produits chimiques. Pour évaluer la possibilité de diminuer ces coûts sans dégrader la qualité de l'effluent, des essais ont été effectués pour modéliser le comportement des décanteurs primaires et implanter un système de contrôle en temps réel permettant d'optimiser le dosage

de produits chimiques. La mise en place d'une telle stratégie de contrôle demande la disponibilité de mesure en ligne de certains paramètres (débits, température, turbidité). La possibilité de suivre en temps réel la qualité de l'affluent et de l'effluent des décanteurs primaires à l'aide de sondes de turbidité a été évaluée. Suite à ces essais, un turbidimètre a été installé de manière permanente à la sortie des décanteurs primaires. De plus, une station de mesure portative RSM30 (Primodal, Quebec; Rieger et al., 2008), équipée de plusieurs capteurs, a été installée en entrée des décanteurs primaires. Les données recueillies montrent une bonne représentativité de la dynamique journalière (Figure 1). D'autre part, d'un point de vue opérationnel, le bon fonctionnement des capteurs nécessite un entretien tout à fait acceptable, avec un nettoyage manuel hebdomadaire.

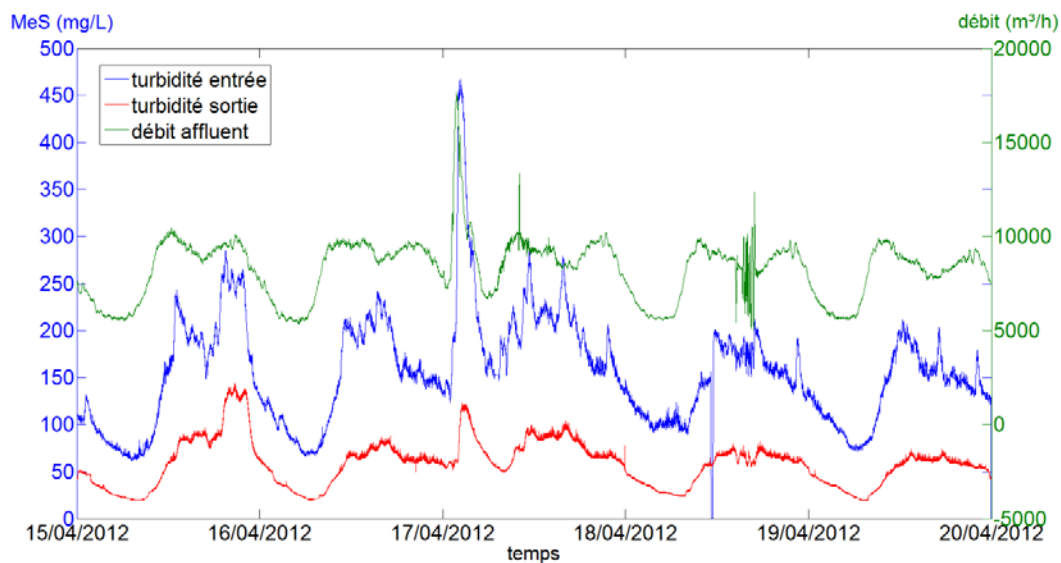


Figure 1 : Évolution journalière du débit et de la turbidité d'entrée et de sortie des décanteurs primaires. On observe que les brusques augmentations de la turbidité d'entrée, notamment lors du bref évènement pluvieux du 17 avril 2012, se reflètent sur la sortie, mais la performance des décanteurs reste acceptable.

La modélisation a été effectuée avec la plate-forme de simulation WEST® (mikebydhi.com). Plusieurs tests traceurs à la rhodamine WT ont permis de déterminer que le temps de rétention hydraulique des décanteurs est compatible avec un modèle de décantation à couches homogènes tel qu'utilisé par Gernaey et al. (2001). De plus, un test traceur réalisé simultanément sur les sept unités de décantation a montré une bonne répartition hydraulique entre les ouvrages permettant de modéliser ceux-ci par un seul bloc. Les résultats de simulation représentent les données expérimentales de manière convenable (Figure 2). Pour simuler l'augmentation de la performance des décanteurs avec l'ajout d'alun et de polymère, le modèle décrit que la fraction de matières en suspension non décantable diminue avec la concentration d'alun tandis que la vitesse de sédimentation augmente. La variation de ces deux paramètres, dépendante du dosage d'alun, est basée sur des données expérimentales. Les expériences montrent qu'une concentration d'alun minimale est nécessaire pour obtenir un résultat et qu'un effet de saturation est observé à concentration d'alun élevée.

L'utilisation du système d'injection d'alun et de polymère a montré une efficacité certaine pour faire face aux périodes critiques. Cependant, lors des essais à échelle réelle et en laboratoire, certains phénomènes ont été observés. Ainsi, l'efficacité de l'alun diminue lorsque la température de l'effluent est faible (période hivernale et fonte). D'autre part, on observe les effets indésirables du surdosage, tels que la formation de mousse, lorsque l'affluent est peu chargé. C'est pourquoi un contrôle rétroactif basé sur la turbidité de sortie sera mis en place. Les données recueillies à l'amont des décanteurs primaires permettront d'évaluer le gain éventuel d'un contrôle direct par la turbidité d'entrée. La quantité optimale de produits chimiques à utiliser étant dépendante de nombreux paramètres, le couplage du système d'injection d'alun et de polymère à un système de contrôle (Figure 3) devrait permettre de générer des économies substantielles.

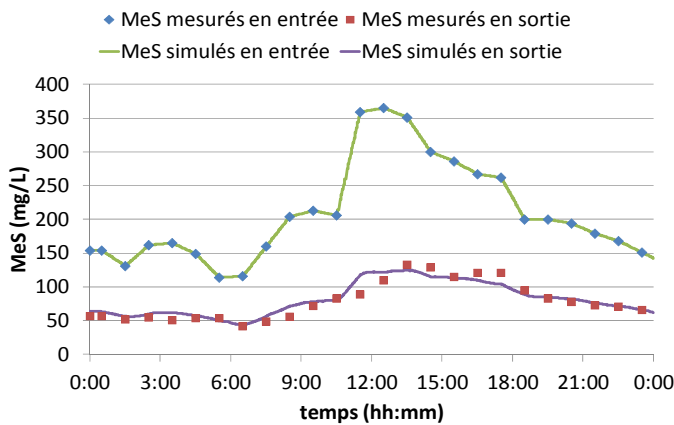


Figure 2 : Simulation des données de matière en suspension (MeS) du 24 mars 2010.

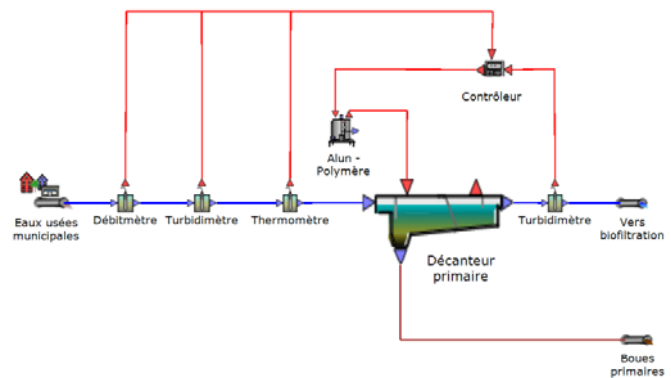


Figure 3 : Schéma de la modélisation avec contrôle sous WEST®.

Remerciements

Peter Vanrolleghem est titulaire de la Chaire de recherche du Canada en modélisation de la qualité de l'eau.

Références

- Gernaey K. , Vanrolleghem P.A. et Lessard P. (2001) Modeling of a reactive primary clarifier. *Water Science & Technology*, 43(7), 73-81.
- Harlé F. (2006) *Évaluation de l'impact de réservoirs de rétention sur les stations d'épuration de la ville de Québec et optimisation du traitement*. Rapport de stage, ENGEES, Strasbourg, France. pp. 81.
- Lajoie A. et Collin L. (2008) *Ajout d'alun et/ou de polymères à la décantation primaire de la station Est*. Rapport de la Ville de Québec, Canada. pp. 54.
- Maruejols T., Lessard P., Wipliez B., Pelletier G. et Vanrolleghem P.A. (2011) Characterization of the potential impact of retention tank emptying on wastewater primary treatment: A new element for CSO management. *Water Science & Technology*, 64(9), 1898-1905.
- Rieger L. et Vanrolleghem P.A. (2008) monEAU: A platform for water quality monitoring networks. *Water Science & Technology*, 57(7), 1079-1086.
- Wipliez B. (2011) *Caractérisation et gestion de la vidange de réservoirs de rétention d'eaux unitaires*. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, Canada. pp. 188.