

Proposition de sujet de thèse

Rentrée 2017

ECOLE DOCTORALE SYSTEMES - ED309.

<http://www.laas.fr/EDSYS>

Equipe de recherches : ENIT – LGP – DIDS - UPRES EA n°1905.

<http://www.lgp.enit.fr/fr/composition-des-equipes-2/equipe-dids.html>

Directeur de thèse : ARCHIMEDE Bernard, Professeur des Universités, ENIT

Co-directeur de thèse : CHIRON Pascale, Maître de Conférences, ENIT

1 Intitulé

Modélisation par graphes de transport et élaboration de stratégies pour la résilience des cours d'eau soumis à des pollutions de surface.

2 Mot clés

Surveillance, détection, modélisation, graphes temporisés, fonctions de coût, résilience, pollution, optimisation

3 Description

Les origines des pollutions de l'eau sont nombreuses (DPPR 2005). Parmi les principales, on trouve les eaux usées, les hydrocarbures, les huiles provenant des usines, les substances minérales provenant de rejets industriels, les altérations dues aux matières organiques, aux substances minérales solubles, etc. Elles provoquent entre autres des altérations dues à leur haute charge en matières en suspension, en substances dissoutes, en micropolluants et toxiques ainsi qu'à leur température, etc.

La sensibilisation des populations à la protection de l'environnement, les mesures préventives et incitatives mises en place fournissent aujourd'hui des résultats significatifs. En effet, différents moyens sont mis en œuvre par les pouvoirs publics pour éviter la pollution des eaux douces. Les communes ou leurs groupements gèrent les réseaux de collecte des eaux usées et pluviales ainsi que les stations d'épuration. La pollution par les pesticides apparaît aujourd'hui moins néfaste en raison de la nature même des produits autorisés (Pelicier 1980). Ces solutions de lutte conviennent surtout aux pollutions persistantes ou chroniques. Ce n'est par contre pas le cas pour les pollutions accidentelles. Ces dernières sont définies comme l'observation directe d'un effet nuisible non permanent sur les eaux superficielles provenant soit d'un événement imprévisible ou involontaire, soit d'un événement provoqué plus ou moins consciemment. La pollution accidentelle peut détruire toute sorte de vie sur plusieurs kilomètres en quelques heures (BRGM 1993).

Le projet de thèse vise à élaborer des stratégies pour la résilience des cours d'eau dans le cas de pollutions accidentelles dont les causes sont non permanentes et qui nécessitent une intervention d'urgence et des mesures spécifiques de nature à les endiguer ou à restaurer le milieu.

4 Contexte d'étude

Le système considéré sera délimité par un point amont à partir duquel la concentration en polluant est au-dessus des seuils autorisés et en aval par un point au-delà duquel elle revient en dessous de ces seuils du fait de l'absorption naturelle. Après la délimitation de la zone polluée et l'identification des équipements mobiles (pompes, unités de traitement d'eau) accessibles et fixes (zones de retenue d'eau, d'expansion de crue) disponibles le long des cours d'eau concernés, l'objectif est de proposer des stratégies basées sur des alternances entre des périodes de stockage et de libération de volumes d'eau afin de diminuer la concentration de polluants et de ramener le plus rapidement possible les taux de pollution en dessous des seuils tolérables. Ainsi, il s'agit de limiter dans le temps et dans l'espace la propagation des volumes pollués afin de rapprocher le point en aval du point en amont.

Les activités à mener débiteront par l'identification de cas pilotes (cas significatifs passés de pollution de cours d'eau, environnement à risque, etc.). Il s'agira ensuite de concevoir un modèle générique de simulation de la dynamique des phénomènes de pollutions accidentelles de cours d'eau et de développer le prototype d'une plateforme de simulation des stratégies supportant ce modèle. Enfin, la preuve du concept sera effectuée en appliquant les stratégies aux cas pilotes.

5 Verrous scientifiques

Les graphes intégrant des retards variables, inhérents aux réseaux hydrographiques, ont été utilisés pour la gestion des crues par l'utilisation de bassins de rétention (Nouasse 2013, 2016). Du point de vue scientifique, ce projet de thèse vise à étendre cette modélisation par une meilleure prise en compte de la dynamique de déplacement des volumes d'eau, de la déformation des flux en fonction des charges hydrauliques (débits), des caractéristiques des polluants (types, propriétés, température ambiante, concentration, capacité d'absorption naturelle des cours d'eau et du sol, etc.) et en incluant les équipements mobiles. Pour mener à bien ce travail, plusieurs verrous doivent être levés.

Le premier verrou concerne l'identification et la caractérisation des pollutions de surface ainsi que des moyens de réaction. Pour cela, un état de l'art des méthodes de détection, de surveillance, et d'alerte au plus tôt ayant recours à des objets connectés devra être réalisé. Ainsi, des méthodes adaptées au cas des pollutions de surface et des moyens de réaction pourront être définies.

Le deuxième verrou porte sur la modélisation des problèmes de pollutions accidentelles. Même si a priori des méthodes à base de graphes sont envisagées, d'autres méthodes (réseaux bayésiens, automates temporisés hybrides, réseaux de Petri, réseaux de neurones, ...) doivent être investiguées. Il s'agira alors de déterminer leurs atouts, inconvénients et limites. Enfin, il faudra choisir le modèle et développer les extensions nécessaires. Dans le cas des graphes, la prise en compte des retards variables et la capacité des fonctions de coût à intégrer des informations multiples restent des problèmes ouverts.

Finalement, l'élaboration des stratégies de résolution exploitables en temps limité et adaptées à la situation critique constitue le troisième verrou.

6 Environnement de recherche

Ces travaux de recherche seront réalisés dans l'équipe DIDS du Laboratoire Génie de Production. Les problématiques de recherche de DIDS concernent l'optimisation du système de systèmes, en mode nominal ou en présence d'aléas, par la supervision et la planification, au travers d'architectures qui explorent les possibilités de décentralisation du diagnostic et de la prise de décision. Pour l'équipe, les enjeux de ce projet concernent le développement de modèles coopératifs adaptés aux dynamiques des réseaux hydrographiques et des polluants, intégrant leurs règles de gestion. Les objectifs de la thèse sont une amélioration de la gestion de crise du point de vue du suivi, de son évolution et de l'aide à la prise de décision pour la mise en place de solution de rétablissement. Ce projet permettra de proposer de nouvelles modélisations à base de graphes dynamiques pour la résilience de systèmes étendus perturbés.

7 Références

- H. Nouasse, P. Chiron, B. Archimède, (2016) "Contribution to a flood situation management: a supervisory control scheme to reduce disaster impact", International Journal of Water Science and Technology: Water Supply. Vol.16, n°3.
- H. Nouasse, P. Chiron, B. Archimède, (2013) "A flood lamination strategy based on transportation network with time delay", International Journal of Water Science and Technology. Vol.68, n°8.
- F. Pelissier (1980). "La lutte contre la pollution de l'eau et sa prévention". In : Méditerranée, troisième série, tome 39. L'eau en Provence-Alpes-Côte d'Azur.
- BRGM (1993). "Prévention des pollutions accidentelles des eaux souterraines", Ministère de l'environnement, R37726.
- DPPR (2005) Pollutions accidentelles des eaux de surface continentales, Ministère de l'écologie et du développement durable - Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques.

8 Compétences requises

Le profil recherché est celui d'un étudiant disposant d'un master ou d'une formation de niveau équivalent. Il devra montrer des compétences en informatique, en mathématiques appliquées, en recherche opérationnelle et en aide à la décision lui permettant d'être rapidement autonome dans la mise en œuvre des développements scientifiques envisagés. Il devra faire preuve d'une bonne maîtrise du français et de l'anglais à l'écrit et à l'oral.

9 Informations pratiques

Date de début : septembre - octobre 2017.

Candidatures : Elles doivent être adressées à Bernard Archimède (Bernard.Archimede@enit.fr) et Pascale Chiron (Pascale.Chiron@enit.fr) avant le 10 juillet 2017. Vous devez fournir un CV, vos résultats de master (relevés de notes), une lettre de motivation et une ou des lettres de recommandation.