

Modélisation des connaissances et complétion des données pour les réseaux d'eaux urbains.

HSM, I3S

Juin 2022

1 Contexte général

L'élaboration d'un modèle hydrologique représentatif à l'échelle d'une ville nécessite une méthode cohérente pour la représentation des réseaux de drainage qui sont pour certains de surface et pour d'autres souterrains, naturels et artificiels. En effet, l'utilité d'un modèle hydrologique réside dans la robustesse avec laquelle les différents réseaux sont représentés [James-Griffiths and Singh, 2019]. Or, dans bon nombre de pays développés ou en voie de développement, l'emplacement et les caractéristiques des réseaux utilitaires enterrés ne sont pas bien documentés [Metje et al., 2007]. Cette réalité révèle deux obstacles que nous devons surmonter : le premier est lié à l'hétérogénéité des informations disponibles, le second à l'absence ou à l'inexactitude de certaines données. Cette thèse s'intéressera aux réseaux d'assainissement, chargés d'évacuer les eaux usées vers les stations de traitement et aux réseaux pluviaux, chargés d'évacuer les eaux de pluie. Ces réseaux sont représentés dans les Systèmes d'Informations Géographiques sous forme d'arrêtes (conduites) et de noeuds (regards ou appareils). Leurs caractéristiques morphométriques sont décrites dans des tables associées et peuvent comporter des lacunes. En informatique, ces données peuvent être modélisées sous la forme de graphes attribués ; un type de graphe dont les noeuds et les arêtes sont associés à des attributs.

La thèse s'inscrit dans le cadre du projet ANR CROQUIS "Collecte, représentation, complétion, fusion et interrogation de données de réseaux d'eaux urbains hétérogènes et incertaines" financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-21-CE23- 0004). Dans ce projet des chercheurs en Sciences de l'Eau et en Intelligence Artificielle unissent leurs efforts pour proposer de nouvelles méthodes pour la représentation, la complétion, la fusion, l'archivage, la réparation et l'interrogation des données hétérogènes décrivant les réseaux d'eau. Le consortium est composé de deux partenaires en IA (CRIL/I3S) et d'un partenaire en Sciences de l'Eau (HSM).

2 Objectif

L'objectif de la thèse est de proposer des méthodes permettant l'intégration des données des réseaux d'eaux urbains, leur représentation compatible avec les standards du domaine et leur enrichissement par des processus automatisés d'extraction de connaissances.

Il s'agira plus particulièrement de :

- Mettre en place une ontologie formelle pour décrire les réseaux d'eaux usées et d'eaux

pluviales. Les points de départ seront le géostandard RAEPA 1.2 de la COVADIS¹, le modèle de données "Eau" de la Directive INSPIRE ² et le modèle élaboré dans le cadre du projet MeDo ³

- Valider et compléter les données, de manière à améliorer leur robustesse afin de disposer d'informations fiables permettant les prises de décisions en matière de gestion de l'eau.
 - Les tâches de validation et de complétion devront tenir compte des connaissances du domaine comme le maintien de la continuité hydraulique du réseau. Elles s'appuieront également sur des informations extraites de la structure du graphe et des attributs associés tels que la présence de motifs récurrents [Flouvat et al., 2020, Pasquier et al., 2017] ou de règles régissant l'organisation des données [Fan et al., 2015].
 - des indices de confiance devront être associés à chaque donnée, en fonction de leur cohérence vis à vis des connaissances en sciences de l'eau et des méthodes de complétion/validation utilisées.
- Etablir des métriques ou indices morphométriques qui pourront par la suite être utilisés pour établir une "signature" des réseaux et déterminer leur réponse hydraulique. Les liens entre les descripteurs morphométriques des réseaux hydrographiques naturels et leurs réponses hydrologiques sont bien établis pour les cours d'eaux naturels où la pente est le moteur de l'écoulement et de l'organisation géomorphologique [Moussa et al., 2011, Raff et al., 2003, Ibbitt, 1997, Tarboton, 1996, Rinaldo et al., 1992]. Pour les réseaux artificiels urbains, à ce jour, on ne dispose pas de descripteurs et quelques travaux tentent d'appliquer les méthodes existantes pour les étudier. L'ensemble représentatif des caractéristiques qui conditionnent les réponses hydrologiques des réseaux sera identifié par un processus de sélection d'attributs prenant en compte les descripteurs morphométriques définis pour les réseaux hydrographiques naturels.

3 Profil recherché

- Master 2 en informatique, spécialité Intelligence Artificielle ou analyse de données; Master 2 en Sciences de l'Eau ou en Hydraulique avec des compétences en Géomatique et en modélisation hydrologique; Master 2 en Géomatique.
- Outils et langages : une maîtrise de Python et de son écosystème est souhaitable
- Capacité de travail dans une équipe pluri-disciplinaire.

4 Encadrement

- Nanée Chahinian, UMR HydroSciences Montpellier, Université de Montpellier.
- Claude Pasquier, Laboratoire I3S, Université de Nice.

¹<http://www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/geostandard-reseaux-d-adduction-d-eau-potable-et-d-a3674.html>

²<https://inspire.ec.europa.eu/Themes/136/2892>

³<http://webmedo.msem.univ-montp2.fr/>

5 Déroulement de la thèse

L'étudiant sera inscrit à l'école doctorale STIC de l'Université Côte d'Azur ou à l'école doctorale GAIA de l'Université de Montpellier, en fonction de son profil. Il sera hébergé à l'UMR HydroSciences Montpellier avec des séjours réguliers à l'Université de Nice/I3S.

La thèse débutera en septembre 2022.

6 Modalités de candidature

Les candidatures sont à envoyer par courrier électronique, avant le 15 juillet 2022, à na-nee.chahinian@umontpellier.fr et claudio.pasquier@univ-cotedazur.fr. Elles doivent inclure les documents suivants :

- une lettre de motivation, indiquant votre parcours scientifique et vos intérêts de recherche,
- un CV détaillé,
- une lettre de recommandation

References

- A. James-Griffiths and S.K. Singh. Urban hydrology in a changing world. In S.K. Singh and C.T Dhanya, editors, *Hydrology in a Changing World: Challenges in Modeling*, pages 73–88. Springer, 2019.
- N. Metje, P.R. Atkins, M.J. Brennan, D.N. Chapman, H.M. Lim, J. Machell, J.M. Muggleton, S. Pennock, J. Ratcliffe, M. Redfern, C.D.F. Rogers, A.J. Saul, Q. Shan, S. Swingle, and A.M. Thomas. Mapping the underworld – state-of-the-art review. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 22:568–586, 9 2007.
- Frédéric Flouvat, Nazha Selmaoui-Folcher, Jérémy Sanhes, Chengcheng Mu, Claude Pasquier, and Jean-François Boulicaut. Mining evolutions of complex spatial objects using a single-attributed directed acyclic graph. *Knowledge and Information Systems*, 62(10):3931–3971, 2020.
- Claude Pasquier, Frédéric Flouvat, Jérémy Sanhes, and Nazha Selmaoui-Folcher. Attributed graph mining in the presence of automorphism. *Knowledge and Information Systems*, 50(2):569–584, 2017.
- Wenfei Fan, Xin Wang, Yinghui Wu, and Jingbo Xu. Association rules with graph patterns. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 8(12):1502–1513, 2015.
- R. Moussa, F. Colin, and M. Rabotin. Invariant morphometric properties of headwater sub-catchments. *Water Resources Research*, 47(8), 2011.
- D. A. Raff, J. L. Smith, and M. J. Trlica. Statistical descriptions of channel networks and their shapes on non-vegetated hillslopes in kemmerer, wyoming. *Hydrological Processes*, 17(10):1887–1897, 2003.
- R. Ibbitt. Evaluation of optimal channel network and river basin heterogeneity concepts using measured flow and channel properties. *Journal of Hydrology*, 196:119–138, 9 1997.

- D. Tarboton. Fractal river networks, horton's laws and tokunaga cyclicity. *Journal of Hydrology*, 187:105–117, 1996.
- A. Rinaldo, I. Rodriguez-Iturbe, R. Rigon, L. Bras, E. Ijjasz-Vasquez, and A Marani. Minimum energy and fractal structures of drainage networks. *Water Resources Research*, 28:2183–2195, 1992.