	William Pophillat (01/10/2018 – 13/04/2022)
	Conséquences d'une systématisation des pratiques d'infiltration à la parcelle des pluies courantes à l'échelle de petits bassins versants – Apports de la modélisation intégrée.
	Encadrants : Isabelle Braud (RiverLy, HyBV) ; Fabrice Rodriguez (Université Gustave Eiffel); Jérémie Sage (CEREMA)
	Ecole Doctorale: ED105, Sciences de la Terre, de l'Environnement et des Planètes (STEP), Université Grenoble Alpes

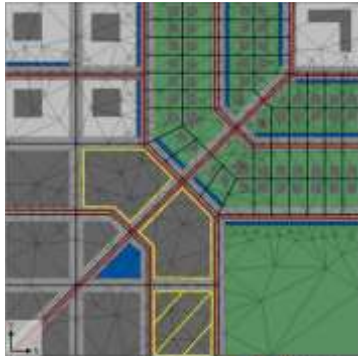
Afin de limiter le ruissellement pluvial, leur infiltration à la source est de plus en plus pratiquée et recommandée. Cependant, l'impact de cette généralisation sur le compartiment souterrain était mal connu.

L'objectif du travail était de proposer une modélisation à base physique des interactions entre compartiments de surface et souterrain dans le cas d'une nappe peu profonde. La représentation de ces interactions a été intégrée au modèle distribué de bassin urbains et périurbains URBS.

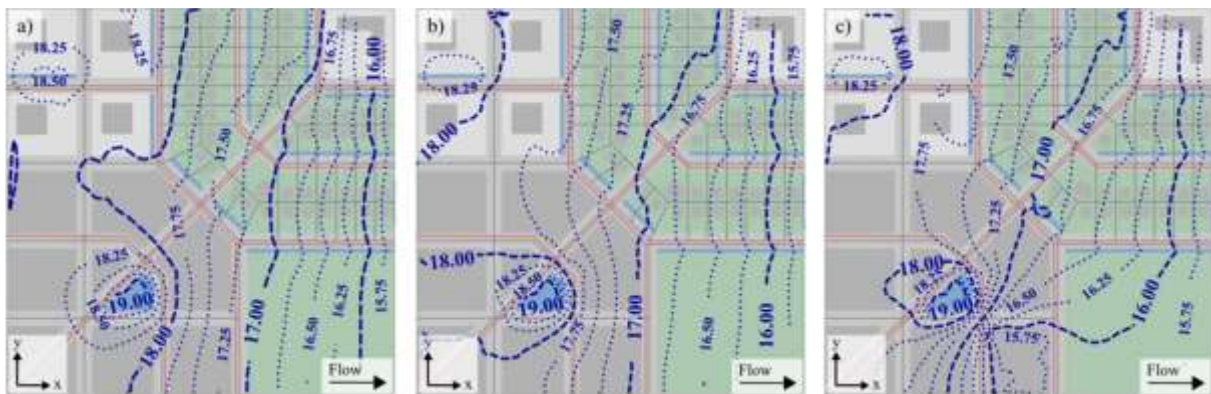
Un plan d'expériences numérique a permis de simuler un ensemble de configuration combinant différents facteurs (climat, type d'urbanisation, types de sols, présence d'infrastructures dans le sous-sol, etc..) et d'identifier les situations pouvant se révéler défavorables à l'infiltration.

L'infiltration à la source des pluies courantes est largement encouragée par les pouvoirs publics. Pourtant, les conséquences d'une systématisation de ces pratiques à l'échelle du quartier ou de la ville restent mal connues, notamment du point de vue du compartiment souterrain. Outre la question de l'éventuelle pollution des nappes par l'eau issue du ruissellement urbain, différents travaux démontrent le risque d'introduire une recharge excessive des aquifères ou mettent en lumière les fortes incertitudes quant à la proportion des volumes infiltrés participant effectivement à la recharge des nappes et aux débits de base ou à celle regagnant finalement le réseau d'assainissement par infiltration des eaux souterraines dans les conduites. Le faible nombre d'études et le caractère spécifique des sites d'application limitent toutefois la compréhension des mécanismes en jeu et de l'influence du contexte naturel et urbain. Cette thèse vise à préciser les effets potentiels d'une systématisation de l'infiltration à la source des eaux pluviales sur le fonctionnement hydrologique de petits bassins versants urbanisés et les facteurs gouvernant ces effets (caractéristiques du contexte climatique, hydrogéologique, d'occupation des sols et de la stratégie d'infiltration mise en œuvre). Il s'agit par ailleurs d'apporter des éléments de compréhension quant aux apports et limites des modèles hydrologiques distribués pour l'évaluation de stratégies d'infiltration à l'échelle du quartier ou de petits bassins versants. La réponse à ces objectifs s'appuie sur l'utilisation du modèle URBS qui permet de simuler en continu et de manière distribuée le fonctionnement hydrologique de zones urbanisées. La représentation du compartiment souterrain a été enrichie et consolidée pour simuler plus finement les écoulements en zone non-saturée et saturée et modéliser une plus grande variété de sols, d'aquifères et de structures souterraines. Le fonctionnement hydrologique d'un ensemble de bassins versants fictifs a été modélisé en faisant varier les caractéristiques du contexte climatique, hydrogéologique, d'occupation des sols et de la stratégie d'infiltration. Les résultats confirment l'intérêt des ouvrages d'infiltration pour la maîtrise du ruissellement et mettent en évidence leurs limites pour rétablir les autres composantes du bilan hydrologique, en particulier le flux d'évapotranspiration. Les ouvrages d'infiltration entraînent en conséquence un accroissement de la recharge pouvant se traduire par une élévation de la nappe générant des interactions complexes entre volumes infiltrés, nappe, végétation et structures souterraines, en particulier en présence d'une nappe peu profonde et d'un aquifère peu transmissif. Outre le contexte hydrogéologique, le climat (e.g. répartition des précipitations et de la demande évaporative) et les caractéristiques de l'occupation des sols (e.g. densité) et sous-sols (e.g. type et répartition des structures souterraines) sont déterminants dans la capacité à retrouver un fonctionnement hydrologique pré-développement. Les résultats

suggèrent ainsi que les stratégies d'infiltration doivent être adaptées localement aux spécificités du contexte et envisagées en combinaison d'une maîtrise de l'imperméabilisation et/ou d'autres ouvrages (e.g. toitures végétalisées). La simulation du fonctionnement hydrologique d'un secteur en cours d'urbanisation situé en région parisienne a montré la pertinence d'un tel outil pour l'étude du fonctionnement hydrologique des milieux urbanisés mais aussi ses limites dans un contexte opérationnel. Elle a permis d'illustrer la forte incertitude liée à la méconnaissance du sous-sol et d'identifier des pistes d'amélioration du modèle, notamment sur la description de la transpiration.



Exemple de simulations pour un bassin versant urbain fictif (à gauche) et résultats de la simulation (en bas) : isolignes de charge hydraulique à la fin de la simulation pour les scénarios sans structures souterraines (a), avec les réseaux d'égout uniquement (b) et avec toutes les structures souterraines (c).



Financement :

100% Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (Formation par la recherche ENTPE)

Pour plus d'information :

William Pophillat, 2022. Conséquences d'une systématisation des pratiques d'infiltration à la parcelle des pluies courantes à l'échelle de petits bassins versants – Apports de la modélisation intégrée, Ecole doctorale Terre, Univers, Environnement. Communauté Université Grenoble Alpes, soutenance le 13/04/2022, 375 pp. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03770218>, <https://hal.science/tel-03770218v1>

Pophillat, W., Sage, J., Rodriguez, F., Braud, I., 2021. Dealing with shallow groundwater contexts for the modelling of urban hydrology – A simplified approach to represent interactions between surface hydrology, groundwater and underground structures in hydrological models, *Environmental Modelling & Software*, 144, 105144, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105144>.

Pophillat, W., Sage, J., Rodriguez, F., Braud, I., 2022. Influence of interactions between stormwater infiltration systems, groundwater and underground structures on the hydrological functioning of urbanized areas in shallow groundwater environment, *Urban Water Journal*, 19(8), 812-823, <https://doi.org/10.1080/1573062X.2022.2090382>.

Sage, J., Pophillat, W., Rodriguez, F., Braud, I., 2024. Untangling the factors governing the catchment-scale impacts of on-site stormwater infiltration in shallow GW contexts – A systematic numerical analysis, in preparation