

[French version below]

## **Post-doctorate position in the scope of the FEDER project REPAIRS (groundwater pollution risk using a mass flux approach)**

### **Description**

For several years, the Hydrogeology and Environmental Geology team at the University of Liège has been developing innovative approaches aimed at mapping the vulnerability of groundwater (Apsû method, Popescu et al. 2019, Brouyère et al. 2021) and to assess the risk of groundwater pollution at different scales, from the polluted industrial site to the scale of aquifers via the catchment areas (PolluESO approach, Jamin et al. 2012, Brouyère et al. 2022). The common specificity developed with these various projects is that the risk assessment is systematically based on the pollutants fluxes and mass discharge rates into and through groundwater. The REPAIRS project, funded as part of the Feder SWaM@Sc project portfolio, aims to further develop such flux-based risk assessment approaches.

The two existing core tools (Apsû and PolluESO) are based on the same module for calculating the leaching of pollutants from the soil surface to the groundwater saturated zone, through a series of soil and geological horizons ("cascading" model). This module considers advection, hydrodynamic dispersion, retardation (linear sorption) and linear degradation processes. In PolluESO, the leaching module calculates a mass flow that feeds a Modflow-MT3D numerical model to calculate the dispersion of the pollutant in the groundwater saturated zone.

However, such approaches have several limitations. Degradation of some pollutants can generate products which themselves present a certain risk (e.g. relevant metabolites of pesticides, chlorinated solvents, etc.). In addition, according to the basic principle of the mass flux approach, if the groundwater is located in a less permeable medium, the spreading of the pollutant will be limited, and the volume of contaminated groundwater will be small. It is therefore possible to envisage situations where the pollution remains very local and the groundwater as a whole is only marginally affected.

In this context, the aim of the postdoctoral research is twofold. Firstly, the leaching module will be improved to include more complex degradation reactions, such as degradation (of parent molecules) and production (of daughter molecules). Secondly, the leaching module will be supplemented by a simplified dispersion module based on an approach similar to that developed in the BRGM's MISP tool (Guyonnet 2001). In a second step, the newly developed modules will be incorporated into the Apsû and PolluESO tools for carrying pollutants leaching and dispersion risk assessment studies through groundwater. A webGIS application could also be envisaged.

### **Requirements**

Holder of a PhD in geosciences and/or environmental sciences with good references in scientific programming (development of calculation codes and interfacing).

Experience in groundwater flow and reactive transport modelling.

Good knowledge of English (spoken and written). Knowledge of French is an advantage but not a requirement.

### **Working environment and conditions of employment**

The GEO<sup>3</sup> (Geotechnologies, Hydrogeology, Geophysical Prospecting) research team at the University of Liège (Belgium) is made up of 5 internationally recognised permanent members and around ten non-permanent members (PhD students, post-docs, research engineers). The post-doctoral student will be

supervised by Serge Brouyère, a professor at the University of Liège specialising in groundwater quality and pollution. The post-doctoral researcher will have the opportunity to attend international conferences, workshops and summer schools.

An 18-month work contract is offered as part of the REPAIRS project. The person recruited will have a post-doctoral employment contract at the University of Liège. The position must be filled as soon as possible, as the ERDF project ends in December 2025.

### **To apply**

The candidate must provide:

- A motivation letter describing his/her research interests, aptitudes and motivations for the position.
- A detailed CV including a list of previous research work and publications, if any.
- The names and contacts of two referees (one of whom must be the principal supervisor of the candidate's PhD thesis or equivalent).
- Diplomas (or translations) attesting to the successful completion of a PhD thesis.
- Any relevant document likely to support the application.

Applications must be submitted in French or English (all supporting documents must be translated into one of these languages).

Interested candidates are invited to contact Serge Brouyère (serge.brouyere@uliege.be) to discuss the post-doctorate offer.

### **References**

Popescu, I.-C., Brouyère, S., & Dassargues, A. (2019). *The APSÛ method for process-based groundwater vulnerability assessment*. *Hydrogeology Journal*. doi:10.1007/s10040-019-02013-z, <https://hdl.handle.net/2268/238771>

Brouyère, S., Balzani, L., & Orban, P. (2022). *The CASPER project: an integrated approach for pollution risk assessment in peri-urban groundwater catchment areas*. *Advances in Geosciences*, 59, 45-51. doi:10.5194/adgeo-59-45-2022, <https://hdl.handle.net/2268/297326>

Jamin, P., Dollé, F., Chisala, B., Orban, P., Popescu, I. C., Hériveaux, C., Dassargues, A., & Brouyère, S. (2012). *A regional flux-based risk assessment approach for multiple contaminated sites on groundwater bodies*. *Journal of Contaminant Hydrology*, 127 (1-4), 65-75. doi:10.1016/j.jconhyd.2011.07.001, <https://hdl.handle.net/2268/101984>

Brouyère, S., Micella, I., Thomas, C., Orban, P., Popescu, I.-C., & Dassargues, A. (09 September 2021). *Recent advances in the use of process-based groundwater vulnerability for risk mapping [Paper presentation]*. 48ème Congrès Annuel de l'Association Internationale des Hydrogéologues (AIH - IAH), Bruxelles, Belgium. <https://hdl.handle.net/2268/263438>

Guyonnet, D. (2001) – MISP\_v1. *An analytical model for estimating impact of pollutant sources on groundwater. User's guide*. BRGM Report RP-51040-FR

[Version française]

## **Post-doctorat dans le cadre du projet FEDER REPAIRS (Risque de Pollution de l'eau souterraine par une approche centrée sur les flux massiques)**

### **Description**

Depuis plusieurs années, l'équipe d'Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement de l'Université de Liège développe des approches innovantes visant à cartographier la vulnérabilité des eaux souterraines (méthode Apsû, Popescu et al. 2019, Brouyère et al. 2021) et à évaluer le risque de pollution de l'eau souterraine à différentes échelles, allant du site industriel pollué à l'échelle des aquifères en passant par les zones d'alimentation de captages (approche PolluESO, Jamin et al. 2012, Brouyère et al. 2022). Le fil conducteur entre ces différents projets est que l'évaluation du risque est systématiquement basée sur les flux et débits massiques de polluants vers et à travers les eaux souterraines. Le projet REPAIRS, financé dans le cadre du portefeuille de projets Feder SWaM@Sc, vise notamment à développer plus avant ces outils de calculs pour évaluer le risque de pollution de l'eau souterraine sur base de l'ampleur des flux massiques de polluants dans le milieu souterrain.

Les deux outils existants (Apsû et PolluESO) reposent sur un même module de calcul du lessivage de polluants depuis la surface du sol jusqu'à la zone saturée de l'aquifère, à travers une série d'horizons pédologiques et géologiques (modèle « cascade »). Ce module tient compte de processus d'advection, de dispersion hydrodynamique, de retard (sorption linéaire) et de dégradation linéaire. Dans PolluESO, le module de lessivage permet de calculer un débit massique qui alimente un modèle numérique Modflow-MT3D permettant de calculer la dispersion du polluant dans la nappe d'eau souterraine.

Toutefois, ces approches présentent plusieurs limites. La dégradation de certains polluants peut générer des produits qui présentent eux-mêmes un certain risque (par exemple, les métabolites pertinents des pesticides, les solvants chlorés, etc.) De plus, selon le principe de base de l'approche par les flux massiques, si les eaux souterraines sont situées dans un milieu peu perméable, la dispersion du polluant sera limitée et le volume d'eau souterraine contaminée sera faible. Il est donc possible d'envisager des situations où la pollution reste très locale et où les eaux souterraines dans leur ensemble ne sont que marginalement affectées.

Dans ce contexte, l'objectif de la recherche postdoctorale est double. D'une part, le module de lessivage sera amélioré pour inclure des réactions de dégradation plus complexes, telles que la dégradation de molécules mères et la production de molécules filles. D'autre part, le module de lessivage sera complété par un module de dispersion simplifié basé sur une approche similaire à celle développée dans l'outil MISP du BRGM (Guyonnet 2001). Dans un deuxième temps, les modules nouvellement développés seront incorporés dans les outils Apsû et PolluESO pour la réalisation d'études de risque de lessivage et de dispersion de polluants à travers les eaux souterraines. Une application webGIS pourrait également être envisagée.

### **Profil recherché**

Titulaire d'une thèse orientée géosciences et/ou environnement avec de bonnes références en programmation scientifique (développement de codes de calcul et interfaçage).

Expérience en modélisation des écoulements et du transport des polluants dans les eaux souterraines.

Bonne maîtrise de l'anglais (oral et écrit), la connaissance du français est un avantage mais pas une obligation.

## **Environnement et conditions d'embauche**

L'équipe de recherche GEO<sup>3</sup> (Géotechnologies, Hydrogéologie, Prospection Géophysique) de l'Université de Liège (Belgique) se compose de 5 membres permanents internationalement reconnus et d'une dizaine de membres non permanents (doctorants, post-doctorants, ingénieurs de recherche). Le/La post-doctorant.e sera encadré.e par Serge Brouyère, professeur à l'Université de Liège spécialiste de la qualité et la pollution de l'eau souterraine. Le/la post-doctorant.e aura l'opportunité d'assister à des conférences, workshops et summer schools internationaux.

Un contrat de travail de 18 mois est proposé dans le cadre du projet REPAIRS. La personne recrutée disposera d'un contrat de travail à l'Université de Liège de niveau postdoctoral (valorisation de la thèse). Le poste est à pourvoir au plus vite, l'échéance du projet Feder étant fin décembre 2025.

## **Pour postuler**

Le/La candidat.e devra fournir :

- Une lettre de motivation décrivant ses intérêts pour la recherche, ses aptitudes et ses motivations pour ce poste.
- Un CV détaillé contenant une liste des précédents travaux de recherche et publications, le cas échéant.
- Les noms et contacts de deux personnes de référence (dont une doit être l'encadrant.e principal.e du mémoire de thèse du/de la candidat.e ou équivalent).
- Les diplômes (ou traductions) attestant la réussite d'une thèse de doctorat.
- Tout document pertinent susceptible d'appuyer la candidature.

Les candidatures doivent être soumises en français ou en anglais (tous les documents annexes doivent être traduits dans l'une de ces langues).

Les candidat.es intéressé.es sont invité.es à prendre contact avec Serge Brouyère (serge.brouyere@uliege.be) pour discuter de l'offre de post-doctorat.

## **Références**

Popescu, I.-C., Brouyère, S., & Dassargues, A. (2019). *The APSÛ method for process-based groundwater vulnerability assessment*. *Hydrogeology Journal*. doi:10.1007/s10040-019-02013-z, <https://hdl.handle.net/2268/238771>

Brouyère, S., Balzani, L., & Orban, P. (2022). *The CASPER project: an integrated approach for pollution risk assessment in peri-urban groundwater catchment areas*. *Advances in Geosciences*, 59, 45-51. doi:10.5194/adgeo-59-45-2022, <https://hdl.handle.net/2268/297326>

Jamin, P., Dollé, F., Chisala, B., Orban, P., Popescu, I. C., Hériveaux, C., Dassargues, A., & Brouyère, S. (2012). *A regional flux-based risk assessment approach for multiple contaminated sites on groundwater bodies*. *Journal of Contaminant Hydrology*, 127 (1-4), 65-75. doi:10.1016/j.jconhyd.2011.07.001, <https://hdl.handle.net/2268/101984>

Brouyère, S., Micella, I., Thomas, C., Orban, P., Popescu, I.-C., & Dassargues, A. (09 September 2021). *Recent advances in the use of process-based groundwater vulnerability for risk mapping [Paper presentation]*. 48ème Congrès Annuel de l'Association Internationale des Hydrogéologues (AIH - IAH), Bruxelles, Belgium. <https://hdl.handle.net/2268/263438>

Guyonnet, D. (2001) – MISP\_v1. *An analytical model for estimating impact of pollutant sources on groundwater. User's guide*. BRGM Report RP-51040-FR

