



Functional Responses Of Groundwater ecosystems to managed aquifer recharge in urban area

The aim of the ANR FROG program is to study rainwater infiltration structures in the city and the influence of these management practices on groundwater quality.



Modern societies increasingly rely on goods and services provided by subterranean ecosystems for their well-being and development. Groundwater is increasingly being extracted for drinking water supply to accommodate the world population growth and surface water pollution. Alternative water management practices such as the intentional stormwater infiltration developed in urban areas can increase groundwater recharge. However, the environmental efficacies of such kind of managed aquifer recharge (MAR) practices rely exclusively on the self-purification capacity of soils and aquifers. Although the performance of MAR systems to prevent groundwater contaminations by hydrocarbons and heavy metals has been demonstrated, it is not the case for chemicals like pesticides/biocides and microbes including bacterial pathogens. Moreover, MAR practices generate major physical (temperature fluctuations) and chemical (oxygen content decrease) disturbances for groundwater ecosystems. Nevertheless, studies on the functional response of groundwater ecosystems to these disturbances are lacking. What is the resistance and resilience of these ecosystems to disturbances? Are groundwater microbial communities that play key roles in water purification processes vulnerable to these disturbances? The present project aims to fill these gaps through field (OTHU) and laboratory experimental approaches.

Research will be developed along four closely related tasks.

- The workpackage (WP) 1 will be partly devoted to the development of sampling tools based on integrative samplers to evaluate groundwater microbial diversity but also the transfer of bacterial and chemical contaminants from surface water to groundwater in MAR systems (Actions 1.1 and 1.2).
- The WP 2 will focus on the hydrogeological modelling of the water transfer in 6 MAR systems presenting contrasted physical characteristics (vadose zone thickness, hydraulic conductivity of the infiltration bed of the basin,...) (Action 2.1) and the coupling of this modelling approach with chemical and biological contaminant transfers during three stormwater events (Action 2.2). Such coupling will allow a precise description of the plume of stormwater in groundwater, its potential impact on water quality, and the contribution of MAR system characteristics to contaminant transfers.
- The WP 3 will quantify the functional responses of local groundwater microbial communities to disturbances associated with MAR practices. Based on a coupling of field (Action 3.1) and laboratory (Action 3.2) works, the structural and functional resistance and resilience of groundwater microbial communities will be assessed during disturbances generated by stormwater events.
- The results of the project will contribute to the definition of recommendations for stormwater infiltration device design and for operational monitoring systems. WP 4 focuses exclusively on the transfer of scientific research to the management of stormwater infiltration in urban areas.

All these tasks will contribute to increase our knowledge on the functioning of groundwater ecosystems and their responses and vulnerabilities to urban-impacted conditions. Development of integrative samplers is a crucial initiative to evaluate the occurrence of chemical and biological contaminants present at low concentrations in groundwater. It will allow the first quantification of MAR system performances on groundwater quality. Our project also has the ambition to develop functional indicators of groundwater ecosystem health intended for water managers.

FROG is supported by the French National Agency of Research brings together over 4 years (since January 2017), a consortium combining multidisciplinary research skills (two teams of the [Ecology Laboratory of Natural and Man-impacted Hydrosystems –LEHNA-](#) : E3S UCBL Lyon 1 and [IPE ENTPE](#) (UMR 5023), Institute of Analytical Sciences [ISA](#) Traces teams (UMR 5280), the [LEM](#) - Microbial Ecology laboratory UCBL / VetAgro Sup (UMR 5564), [Institute of Environmental Geosciences](#) IGE ex-LTHE (UMR 5564), and operational skills ([GRAIE - OTHU](#), The Metropolis of Lyon).



Le programme ANR FROG a pour objet d'étude les ouvrages d'infiltrations des eaux pluviales en ville et s'intéresse à l'influence de ces pratiques de gestion sur la qualité des eaux souterraines.



Les sociétés modernes dépendent fortement des services fournis par les écosystèmes souterrains pour leur développement. L'extraction des eaux souterraines s'intensifie en réponse à l'accroissement de la population mondiale et à la pollution des eaux de surface. Certaines techniques alternatives de gestion des eaux telles que l'infiltration des eaux pluviales visent à compenser ces effets en contribuant à la recharge des nappes phréatiques. Néanmoins, l'efficacité environnementale des systèmes de recharge des nappes par les eaux pluviales dépend fortement de la capacité auto-épuratrice du sol, de la zone non saturée et de l'écosystème souterrain aquatique. Si l'évaluation environnementale de ces pratiques a été largement étudiée pour des polluants urbains comme les hydrocarbures et les métaux, ce n'est pas le cas pour des contaminants tels que les pesticides/biocides ou les pathogènes microbiens. De plus, la recharge des nappes par des eaux pluviales via des bassins d'infiltration produisent des perturbations physiques (fluctuations thermiques) et chimiques (baisse en oxygène dissous) majeures pour les écosystèmes souterrains. Cependant, aucune étude à ce jour n'a cherché à déterminer la réponse fonctionnelle des écosystèmes souterrains à ces perturbations. Quelle est la résistance et la résilience de ces systèmes face aux perturbations ? Les communautés microbiennes qui jouent un rôle prépondérant dans les processus de purification des eaux dans la nappe phréatique sont-elles vulnérables à ces perturbations ? Le projet FROG vise à combler ces manques à travers un couplage de travaux en laboratoire et sur le terrain.

Le projet se développera en 4 tâches. La tâche 1 sera en partie dédiée au développement de capteurs intégratifs pour capter la diversité microbienne des eaux souterraines mais aussi évaluer les transferts de contaminants biologiques et chimiques dans les systèmes de recharge des nappes par des eaux pluviales (Actions 1.1 et 1.2). La tâche 2 a pour objectif de modéliser les transferts d'eau dans 6 bassins d'infiltration en eaux pluviales présentant des caractéristiques physiques contrastées (épaisseur de zone non saturée, perméabilité du lit d'infiltration ...) (Action 2.1) et de coupler cette modélisation aux transferts de contaminants chimiques et biologiques lors de trois épisodes pluvieux (Action 2.2). Ce couplage devrait permettre une description précise de l'impact de l'infiltration des eaux pluviales sur la nappe et de déterminer le rôle de certains facteurs liés à la structure des bassins sur la vulnérabilité des eaux souterraines. La tâche 3 sera dédiée à l'étude de la réponse fonctionnelle des communautés microbiennes locales aux perturbations engendrées par la recharge en eaux pluviales. Un couplage entre terrain (Action 3.1) et laboratoire (Action 3.2) permettra de déterminer les facteurs environnementaux jouant un rôle crucial sur le fonctionnement des communautés microbiennes souterraines. L'ensemble des résultats obtenus devraient contribuer à la définition de recommandations pour la conception et le suivi environnemental des systèmes de recharge des nappes en eaux pluviales. La tâche 4 sera entièrement consacrée au transfert des résultats de recherche vers les gestionnaires.

L'ensemble de ce plan de travail sera axé sur une réelle pluridisciplinarité permettant d'apporter de nouvelles connaissances scientifiques sur le fonctionnement des écosystèmes souterrains ainsi que leurs réponses et vulnérabilité fonctionnelle à des perturbations physiques, chimiques et biologiques. Le développement et perfectionnement de capteurs intégratifs chimiques et biologiques est un point crucial de ce programme afin d'évaluer des contaminants présents à faibles doses dans l'environnement. Celle-ci permettra la toute première quantification de la performance environnementale des bassins d'infiltration des eaux pluviales vis à vis de la qualité des eaux souterraines.

FROG est soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche réunit sur 4 ans (depuis Janvier 2017) , un consortium mêlant étroitement compétences de recherche pluridisciplinaires (le [Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés](#) : équipes E3S UCBL Lyon 1 et [IPE ENTPE](#) (UMR 5023), Institut des sciences analytiques [ISA](#) équipes Traces (UMR 5280), le [LEM – laboratoire d'Ecologie Microbienne](#) UCBL/ VetAgro Sup (UMR 5564), [Institut des Géosciences de l'Environnement](#) IGE ex-LTHE (UMR 5564), et compétences opérationnelles ([GRAIE – OTHU](#), La Métropole de Lyon).