



**HAL**  
open science

## Surveillance hybride du système naturel de filtration aquifère des eaux usées traitées d'Agon-Coutainville (France)

Géraldine Picot-Colbeaux, Frédéric Mathurin, Nicolas Devau, Coralie Soulier,  
Harrie Besselink, Matthieu Bâisset, Joep Appels, Anne Togola, Quentin  
Guillemoto, Loic Thomas, et al.

► **To cite this version:**

Géraldine Picot-Colbeaux, Frédéric Mathurin, Nicolas Devau, Coralie Soulier, Harrie Besselink, et al.. Surveillance hybride du système naturel de filtration aquifère des eaux usées traitées d'Agon-Coutainville (France). 9èmes Journées Doctorales en Hydrologie Urbaine (JDHU) à l'ENGEES, Oct 2020, Strasbourg, France. hal-03564859

**HAL Id: hal-03564859**

**<https://brgm.hal.science/hal-03564859>**

Submitted on 10 Feb 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Surveillance hybride du système naturel de filtration aquifère des eaux usées traitées d'Agon-Coutainville (France)**

*Géraldine Picot-Colbeaux<sup>1</sup>, Frédéric Mathurin<sup>1</sup>, Nicolas Devau<sup>1</sup>, Coralie Soulier<sup>1</sup>, Harrie Besselink<sup>2</sup>, Matthieu Baisset<sup>3</sup>, Joep Appels<sup>4</sup>, Anne Togola<sup>1</sup>, Quentin Guillemoto<sup>1,5</sup>, Loïc Thomas<sup>6</sup>, Marie Pettenati<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> BRGM, Orléans, France [g.picot@brgm.fr](mailto:g.picot@brgm.fr); Tel.: +33-238-64-31-37

<sup>2</sup> BDS, Amsterdam, Netherlands

<sup>3</sup> Imageau (SAUR), Montpellier, France

<sup>4</sup> MicroLan, Waalwijk, Netherlands

<sup>5</sup> Paris Sorbonne Université (UMR METIS), Paris, France

<sup>6</sup> Antea Group, Olivet, France

Dans un contexte de changement global, avec un changement climatique engagé, les tensions sur les ressources en eau sont de plus en plus importantes notamment celles s'exerçant sur les aquifères principalement exploités pour l'approvisionnement en eau douce. A ces pressions s'ajoutent une augmentation de la demande en eau associée à des changements socio-économiques et démographiques : développement des villes et mégapoles, développement du tourisme sur les zones côtières, besoins en eau pour l'agriculture et pour le maintien des écosystèmes. La conceptualisation et la mise en œuvre de gestion active des aquifères deviennent alors indispensables à une gestion durable des ressources en eau et de l'environnement (WWAP, 2018). Parmi les différentes méthodes de gestion de l'eau, la recharge artificielle (MAR, Managed Aquifer Recharge) attire une attention et une reconnaissance scientifiques croissantes depuis 60 ans (Dillon et al., 2019 ; Zheng et al., 2020). Le MAR empêche l'intrusion de l'eau de mer dans les aquifères côtiers (Masciopinto, C.,2013), contribue à l'atténuation des inondations et fournit une solution complémentaire pour l'amélioration de la qualité lorsqu'il est combiné à une capacité d'épuration naturelle (SAT, Soil Aquifer Treatment ; Dillon, 2009). La MAR-SAT implique d'utiliser les propriétés de filtration naturelle du sol pour favoriser l'élimination naturelle de nombreux composés, tels que les micro-organismes, l'azote ou les micropolluants organiques (MPO) contenus dans les eaux infiltrées (Crites et al., 2006). Toutefois, l'efficacité du système MAR pourrait être mise en doute en raison de sa capacité à éliminer les polluants (Beganskas et al., 2017), et entraîner une perte d'eau douce due au mélange avec les eaux souterraines saumâtres en milieu côtier. Dans la station d'épuration opérationnelle d'Agon-Coutainville (Normandie, France), le système MAR a été intégré à grande échelle et durablement dans la ligne de traitement des eaux usées municipales depuis plus de 13 ans sous sa forme actuelle. Les eaux usées traitées, soit  $\sim 2000\text{m}^3/\text{jour}$ , sont infiltrées alternativement dans trois zones naturelles de  $35000\text{m}^2$  de roselière avant d'atteindre l'aquifère des dunes de sable (Picot-Colbeaux et al., 2020). Ce système intégré de traitement des eaux évitant le rejet en mer des eaux usées traitées assure la pérennité des activités en bord de mer (production de fruits de mer, plage) et peut fournir localement de l'eau douce pour l'irrigation du terrain de golf.

Dans ce contexte, plusieurs questions se posent : comment évaluer, sur le long terme, l'efficacité de ce MAR-SAT et sa capacité à réduire la concentration en polluants des eaux issues de ce système, ou comment optimiser le potentiel du MAR-SAT pour utiliser les eaux souterraines à des fins d'irrigation locale ?

Pour évaluer les performances et l'efficacité de ce système intégré dans l'environnement naturel, les eaux ont été collectées et analysées avant et après le

système MAR-SAT à partir de puits d'observation dans l'aquifère sableux. La surveillance appliquée depuis près de 20 ans par l'opérateur SAUR pour répondre aux réglementations sanitaires et complétée par une surveillance hybride conçue et réalisée de 2016 à 2019. L'approche développée s'est concentrée sur la surveillance spatiale du panache d'eau douce généré par le système MAR-SAT; l'estimation du temps de séjour moyen de l'eau ; l'évaluation de la réactivité potentielle de MAR-SAT ; et la proposition d'amélioration du système actuel. Six campagnes spatiales de prélèvements des eaux et deux tests de traçage ont été menés pour une meilleure compréhension de l'efficacité de MAR-SAT. La surveillance de l'eau comprenait : 1) des mesures physico-chimiques et des analyses quantitatives de la chimie des eaux (éléments majeurs et éléments traces), de la matière organique et de micropolluants (dont pharmaceutiques) ; 2) des analyses non ciblées pour l'identification de composés organiques (pharmaceutiques et pesticides) par spectrométrie de masse à haute résolution; 3) des bio-essais écotoxicologiques (CALUX) ; 4) un dispositif de surveillance souterraine en ligne dédié à l'intrusion saline (SMD et capteurs Pression Temperature Conductivité) et 5) un système de biosurveillance en ligne BACTcontrol® pour détecter E.Coli.

L'interprétation des données réglementées existantes a montré que le système MAR-SAT fournit une barrière d'eau douce dans l'aquifère qui est saisonnièrement affectée par l'intrusion saline et constitue un traitement complémentaire de l'eau provenant de la station d'épuration. La surveillance à long terme confirme que la station d'épuration élimine de manière significative les polluants organiques et microbiens (matières solides totales en suspension, DCO, E.Coli, entérocoques). Les résultats de la surveillance hybride confirment le rôle du système MAR-SAT en tant que barrière d'eau douce dans l'aquifère affecté par l'intrusion saline et complètent les informations sur l'impact du MAR-SAT, étroitement lié aux variations saisonnières de la recharge atmosphérique et aux marées. La diminution des concentrations est probablement due à l'effet combiné de la dilution des eaux infiltrées dans l'aquifère et à des mécanismes géochimiques (sorption et/ou dégradation) se produisant dans le sol ou la zone vadose. Le temps de séjour renforçant l'atténuation naturelle permet de maintenir la qualité des eaux souterraines récupérées, bien que certains composés ne soient que partiellement éliminés. Parmi le vaste ensemble de micropolluants détectés (jusqu'à 68) en aval du système MAR-SAT (identification des substances non ciblées), la carbamazépine et le diclofénac sont les composés les plus préoccupants à l'échelle du site. Dans ce cas, un temps de séjour plus long serait recommandé dans l'aquifère. Les données collectées et stockées offrent des possibilités uniques de caractériser les propriétés de MAR-SAT spécifiques au site. Une telle caractérisation est une source d'information précieuse pour fournir des recommandations d'ajustement en fonction de l'utilisation spécifique de l'eau à l'échelle locale. Un module de prise de décision, basé sur la description statistique de l'ensemble des données existantes, a été développé pour fournir une image précise du classement de la qualité de l'eau sur le site, évaluer l'efficacité spatiale du système MAR-SAT actuel et identifier les lacunes potentielles du programme de surveillance du site en ce qui concerne la réglementation environnementale. Le module a fourni des indications importantes pour l'amélioration 1) du système MAR-SAT actuel et 2) de la réutilisation de l'eau dans un contexte d'irrigation du golf.

Dans une perspective à court terme, l'effet du système MAR-SAT sur cet écosystème côtier sera diffusé aux acteurs locaux (municipalité, agence de l'eau, agence de santé, producteurs de coquillages, golf et citoyens) afin de co-construire l'optimisation de l'utilisation des ressources en eau.

**Remerciements** : Les résultats sont issus du projet AquaNES ayant reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention n° 689450, complété par le projet de recherche JPI-Water EVIBAN financé par l'ANR, du soutien de l'opérateur SAUR et de ses données partagées.

**Références Bibliographiques:**

Beganskas, S., & Fisher, A. T. (2017). Coupling distributed stormwater collection and managed aquifer recharge: Field application and implications. *Journal of Environmental Management*, 200, 366–379. doi:10.1016/j.jenvman.2017.05.058

Crites, R. W., Middlebrooks, E. J., & Reed, S. C. (2006). *Natural wastewater treatment systems*. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis.

Dillon, P., Stuyfzand, P. et al., 2019. Sixty years of global progress in managed aquifer recharge. *Hydrogeol. J.* 27, 1–30.

Dillon, P., & Arshad, M. (2016). Managed Aquifer Recharge in Integrated Water Resource Management. In A. J. Jakeman, O. Barreteau, R. J. Hunt, J.-D. Rinaudo, & A. Ross (Eds.), *Integrated Groundwater Management* (pp. 435–452). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-23576-9\_17. <https://recharge.iah.org/60-years-history-mar>

Masciopinto, C. (2013). Management of aquifer recharge in Lebanon by removing seawater intrusion from coastal aquifers. *Journal of Environmental Management*, 130, 306–312. doi

Picot-Colbeaux G., Pettenati M., Mathurin F., Nakache F., Guillemoto Q., Baisset M., Devau N., Gosselin M., Allain D., Neyens D., Lartigaut C., Dufour E., Togola A., Depraz O. and Nauleau F. (2020). Sustainable coastal MAR-SAT system in Agon-Coutainville (Normandy), France. Case study 16 in Zheng et al (eds). *Exemplary case studies of sustainable and economic managed aquifer recharge*. UNESCO Publication, Contract No: 4500386254 (in press)

Zheng, Y., Ross, A., Villholth, K.G. and Dillon, P. (eds) (2020). *Exemplary case studies of sustainable and economic managed aquifer recharge*. UNESCO-IAH-GRIPP Publication, Contract No: 4500386254 (in press)

WWAP (Le Programme mondial des Nations Unies pour l'évaluation des ressources en eau)/ONU-Eau. 2018. *Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2018 : Les solutions fondées sur la nature pour la gestion de l'eau*. Paris, UNESCO.