Nouvelle méthode de surveillance de la recharge des nappes phréatiques

14 avril 2026 | Kaspar Meuli
Catégories: Eau potable

Remarque: ce texte a été traduit automatiquement en français avec DeepL Pro. Pour l'article original, veuillez sélectionner l'allemand ou l'anglais (changement de langue en haut de la page).

La réalimentation des nappes phréatiques est un moyen de se préparer à des périodes de sécheresse de plus en plus fréquentes. La durée de séjour dans le sol entre l'infiltration et le pompage est essentielle pour la qualité de l'eau extraite de ces systèmes. Une étude montre qu'il est possible d'utiliser des traceurs environnementaux qui parviennent dans les rivières via l'eau de refroidissement des centrales nucléaires pour déterminer ce temps de séjour.

Tout le monde souhaite utiliser les eaux souterraines : Traditionnellement, elle sert surtout à produire de l'eau potable, mais l'agriculture et l'industrie s'intéressent de plus en plus à cette ressource en eau. Et elle est également utilisée pour produire de l'énergie géothermique. Il n'est donc pas étonnant que la ressource souterraine soit sous pression et menace d'être surexploitée. C'est particulièrement le cas pendant les longues périodes de sécheresse en été et en automne - et celles-ci deviennent plus fréquentes en raison du changement climatique. Celui-ci n'entraîne pas seulement une hausse des températures, mais modifie également le régime des précipitations. Sur l'année, la quantité d'eau reste certes à peu près la même, mais il y a plus de précipitations en hiver qu'auparavant, et moins en été.

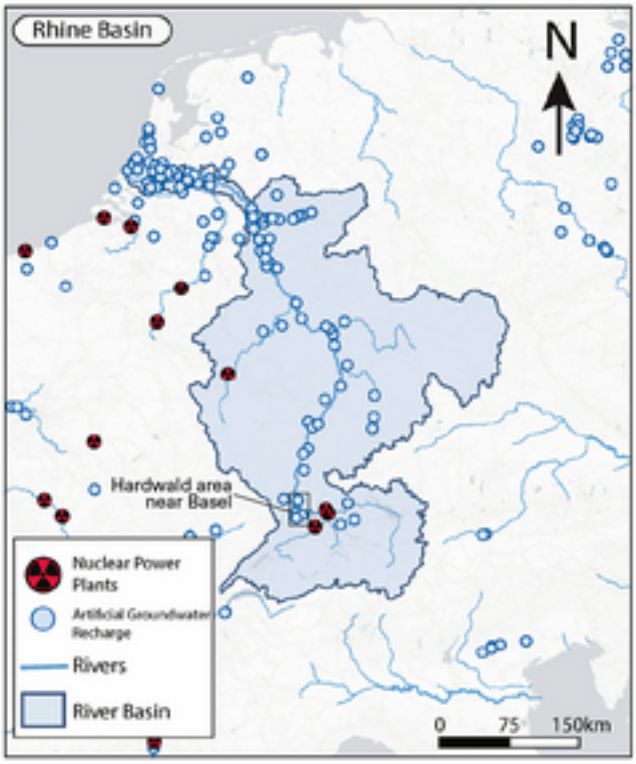
Et ce n'est pas tout : Le changement climatique n'a pas seulement un effet direct, il provoque aussi des effets en cascade. Si le niveau des nappes phréatiques baisse par exemple en cas de sécheresse prolongée, les sols sont également secs et il faut irriguer davantage. Par conséquent, le niveau des eaux souterraines baisse encore plus.

Überlandstrasse 133
CH-8600 Dübendorf
T +41 58 765 55 11
F +41 58 765 50 28
info@eawag.ch
www.eawag.ch
eawag aquatic research

Des informations limitées sur le sous-sol

"En réaction à cette évolution, de nombreuses régions du monde où l'eau est rare ont pris des mesures pour recharger artificiellement les nappes phréatiques", explique Jared van Rooyen du département Ressources en eau & eau potable de l'Institut de recherche sur l'eau Eawag. Dans de nombreuses régions, l'eau des rivières est notamment déversée dans des fossés d'infiltration qui permettent de réalimenter artificiellement la nappe phréatique. Mais, selon van Rooyen, "ces interventions se font souvent avec des informations limitées sur la quantité d'eau nécessaire pour remplir les aquifères, la durée de ce processus et la vitesse à laquelle l'eau s'écoule dans le sous-sol". Un temps de séjour suffisamment long est toutefois décisif pour la qualité de l'eau souterraine. Par exemple, pour que l'eau de rivière injectée puisse être utilisée comme eau potable, la loi prévoit qu'elle doit d'abord s'écouler pendant dix jours dans le sous-sol et être ainsi purifiée de manière naturelle.

Ce qui empêche une meilleure compréhension, c'est la nature invisible des eaux souterraines. Contrairement aux eaux de surface, les changements dans les aquifères ne peuvent pas être observés sans une surveillance ou une modélisation ciblée. "Pour relever ces défis", explique Jared van Rooyen, "notre méthode offre une nouvelle solution. Elle utilise comme traceur l'eau de refroidissement enrichie en tritium rejetée par les centrales nucléaires dans les grandes rivières et permet de déterminer quantitativement les taux de recharge des eaux souterraines, les temps d'écoulement ainsi que les processus de mélange dans les systèmes de recharge des eaux souterraines". Cela permet notamment de mieux respecter les dispositions légales qui garantissent la qualité des eaux souterraines.



Sites des centrales nucléaires et des systèmes d'enrichissement des eaux souterraines dans le bassin versant du Rhin. Les trois centrales nucléaires qui rejettent leur eau de

Überlandstrasse 133
CH-8600 Dübendorf
T +41 58 765 55 11
F +41 58 765 50 28
info@eawag.ch
www.eawag.ch

refroidissement dans le fleuve en amont du Hardwald produisent des signaux de tritium clairement identifiables en aval, tout au long du Rhin. (Graphique : Jared van Rooyen, Eawag)

Impact sur la conception et le fonctionnement des systèmes de recharge des eaux souterraines

Van Rooyen et ses collègues de l'Eawag et des universités de Bâle, Berne et Lausanne viennent de publier un article sur cette méthode dans la revue spécialisée "Nature Water". "Elle constitue une méthode non invasive, transposable dans le monde entier, pour quantifier les temps de transport dans le sous-sol sans utiliser de traceurs artificiels", expliquent les auteurs. L'isotope tritium de l'hydrogène, légèrement radioactif, pénètre dans les grands fleuves européens en tant que partie de la molécule d'eau par l'eau de refroidissement des centrales nucléaires, dont l'eau est disponible le long de leur cours pour la recharge naturelle et artificielle des nappes phréatiques. La méthode est applicable à grande échelle : Selon l'étude, au moins 26 grands bassins fluviaux dans le monde disposent des conditions spatiales et hydrologiques nécessaires pour utiliser l'eau de refroidissement des centrales nucléaires enrichie en tritium comme traceur environnemental pour évaluer la performance des systèmes de recharge des nappes phréatiques. "Les évaluations selon cette méthode ont des répercussions importantes sur la conception et l'exploitation de ces systèmes", écrivent les auteurs de l'étude.

Un exemple pratique : Si des vitesses d'écoulement trop élevées sont déterminées à l'aide de ce traceur, l'infiltration et le pompage des eaux souterraines doivent être adaptés de manière à ce que les temps de séjour dans le sous-sol répondent aux exigences légales et que le processus d'épuration naturel puisse être garanti. La répartition des temps d'écoulement déterminée par la nouvelle méthode de traçage fournit également une base pour la délimitation spatiale des zones de protection autour des puits, dans lesquelles l'eau souterraine enrichie est à nouveau prélevée. En outre, les traceurs présentés par les chercheurs pour déterminer la dynamique des eaux souterraines - outre l'eau de refroidissement, les signatures isotopiques naturelles de l'eau dans les rivières - sont également importants pour la protection des eaux souterraines contre la surexploitation.

Mesures dans la plus grande recharge d'eau souterraine de Suisse

L'étude de Jared van Rooyen et de l'équipe d'Oliver Schilling, chef de groupe au sein du département Ressources en eau & eau potable de l'Eawag et professeur assistant à l'université de Bâle, qui a dirigé l'étude sur le plan technique, se base entre autres sur des mesures effectuées dans la région de Hardwald, près de Bâle. Environ 15 millions de mètres cubes d'eau potable y sont extraits chaque année pour toute la région et la nappe phréatique y est enrichie par de l'eau du Rhin pré-épurée. Pour les chercheurs, ce site n'était pas seulement intéressant pour l'enrichissement artificiel de la nappe phréatique à grande échelle, mais surtout parce que trois centrales nucléaires situées en amont du Rhin rejettent leur eau de refroidissement dans le fleuve. Ces rejets génèrent des signaux de tritium clairement identifiables dans le bassin du Rhin en aval, non seulement à Bâle, mais tout au long du Rhin jusqu'à son embouchure dans l'Atlantique - c'est-à-dire à travers l'Europe.

Le fait que le tritium puisse être détecté à si grande échelle dans les eaux de refroidissement en fait un traceur environnemental particulièrement approprié. Jared van Rooyen déclare : "La

prolifération des centrales nucléaires dans les grands bassins fluviaux offre une occasion unique d'évaluer les stratégies d'enrichissement artificiel des eaux souterraines à l'aide des signatures des eaux de refroidissement. Et ce, à l'échelle continentale".

Les eaux souterraines sont notre principale ressource en eau potable, mais elles sont mises sous pression par le changement climatique, les polluants et les conflits d'utilisation. L'utilisation et la protection des eaux souterraines étaient donc également au centre de la dernière journée d'information de l'Eawag en septembre 2025. Vous trouverez les contributions à lire sur notre site web.

Photo de couverture : L'étude se base entre autres sur des mesures effectuées dans la zone de Hardwald, près de Bâle, où la nappe phréatique est enrichie par l'eau pré-épurée du Rhin et où environ 15 millions de mètres cubes d'eau potable sont produits chaque année pour toute la région. (Photo : Hardwasser AG)

Publication originale

van Rooyen, J.; Vennemann, T.; Purtschert, R.; Affolter Kast, A.; Brennwald, M. S.; Kipfer, R.; Schilling, O. S. (2026) Anthropogenic tritium as a continental-scale tracer in river-derived recharge, *Nature Water*, 4, 444-454, doi:10.1038/s44221-026-00616-x, Institutional Repository

Contact

Jared Van Rooyen
Senior Scientist
Tel. +41 58 765 5705
jared.vanrooyen@eawag.ch

Oliver Schilling
Group Leader Tracer Hydrogeology
Tel. +41 58 765 5931
oliver.schilling@eawag.ch

Claudia Carle
Rédactrice scientifique
Tel. +41 58 765 5946
claudia.carle@eawag.ch

https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/nouvelle-methode-de-surveillance-de-la-recharge-des-nappes-phreatiques

Überlandstrasse 133
CH-8600 Dübendorf

T +41 58 765 55 11
F +41 58 765 50 28

info@eawag.ch
www.eawag.ch

eawag
aquatic research