Effet des accumulateurs de chaleur à haute température sur les eaux souterraines

13 juin 2024 | Cornelia Zogg
Catégories: Écosystèmes | Changement climatique & Énergie

Dans le cadre d'un projet récemment lancé, l'Institut de recherche sur l'eau (Eawag) étudie les effets de l'utilisation d'accumulateurs de chaleur à sondes géothermiques (BTES) sur le sol environnant, la nappe phréatique et les micro-organismes qui y vivent. En collaboration avec l'Empa et son démonstrateur Energy Hub (ehub), un projet voit ainsi le jour dans un cadre jusqu'ici unique, directement sur le campus de Dübendorf.

Les pompes à chaleur géothermiques classiques récupèrent la chaleur du sol en hiver pour chauffer les bâtiments. Les accumulateurs de chaleur installés sur le site de l'Empa et de l'Eawag sont des sondes géothermiques qui peuvent non seulement récupérer la chaleur en surface en hiver, mais aussi la restituer dans le sol pendant les mois d'été afin qu'elle soit disponible pendant la saison froide. L'accumulateur peut ainsi recevoir des températures allant jusqu'à 65 degrés Celsius. Un record en Suisse et donc unique dans le pays. Cela permet d'atteindre localement jusqu'à cinquante degrés Celsius en moyenne dans le sol.

Jusqu'à présent, on sait toutefois peu de choses sur les réactions du sous-sol à de tels réservoirs à haute température. Le chauffage et le refroidissement réguliers des sondes jusqu'à 100 mètres de profondeur peuvent affecter les composants chimiques de l'eau souterraine ainsi que les communautés microbiennes du sol et de l'eau. Le projet de recherche ARTS (Aquifer Reaction to Thermal Storage) de l'institut de recherche sur l'eau Eawag vise désormais à déterminer comment et dans quelle mesure exactement.

Un cadre unique

Trois boîtiers équipés de capteurs et d'un spectromètre de masse chacun se trouvent désormais sur le site du campus de l'Empa Eawag. Sous eux, les pompes à eau souterraine descendent à 30 et 70 mètres de profondeur (Photo: Eawag, Joaquin Jimenez-Martinez).

144 sondes géothermiques ont été «creusées» sur le site nouvellement construit sur le campus de Dübendorf. Elles s'enfoncent jusqu'à cent mètres de profondeur et convergent vers un sous-sol situé à côté du nouveau parking. Elles sont surveillées et commandées par le système de gestion de l'énergie du site de l'Empa/Eawag (GAMS), car le champ de sondes est hydrauliquement intégré au système énergétique du campus. Les valeurs mesurées par l'accumulateur sont ensuite stockées dans la base de données du bâtiment NEST de l'Empa et de l'Eawag et sont à la disposition des chercheurs.

Trois nouveaux trous ont été creusés dans le sol en janvier: les points d'observation des eaux souterraines de l'Eawag. Au cours des trois prochaines années, des échantillons d'eau seront remontés à la surface depuis le sous-sol. Ils permettront de savoir comment la microbiologie de l'environnement réagit aux sondes et dans quelle mesure la nature chimique des eaux souterraines est influencée.

À partir des trois puits, les chercheurs font remonter des échantillons d'eau souterraine au moyen de cinq pompes, avant, pendant et après qu'elle soit entrée en contact avec les sondes géothermiques. Au cours des premières années du projet, seules deux des trois stations d'observation seront pertinentes, car des comparaisons sont déjà possibles quelques

mois après la mise en service des sondes. Cependant, il peut s'écouler plusieurs années avant que l'eau souterraine provenant de l'environnement direct des sondes n'atteigne la troisième station, située plus loin – tant l'eau s'écoule lentement dans le sous-sol.

Spectromètre de masse en petit format

L'objectif du projet est d'obtenir un aperçu des réactions que ce type d'accumulateur de chaleur déclenche dans les eaux souterraines. Cela inclut non seulement l'hydrogéochimie et la microbiologie, mais aussi l'analyse des gaz produits comme l'oxygène, le méthane ou le dioxyde de carbone sous l'effet de la chaleur dans le sol. De tels gaz sont principalement consommés et produits par des bactéries dans le sous-sol – en fonction de l'action de la chaleur et du froid. Pour ce faire, l'eau de la pompe s'écoule dans le spectromètre de masse GE-MIMS (également appelé Mini-RUEDI) développé à l'Eawag. «Pendant les trois prochaines années, des appareils Mini-RUEDI mesureront toutes les heures les gaz dissous dans la nappe phréatique, tandis que 2,4 litres d'eau par minute seront pompés à travers le spectromètre de masse», explique Joaquin Jimenez-Martinez, chef du projet et chercheur au département Ressources aquatiques et eau potable de l'Eawag.

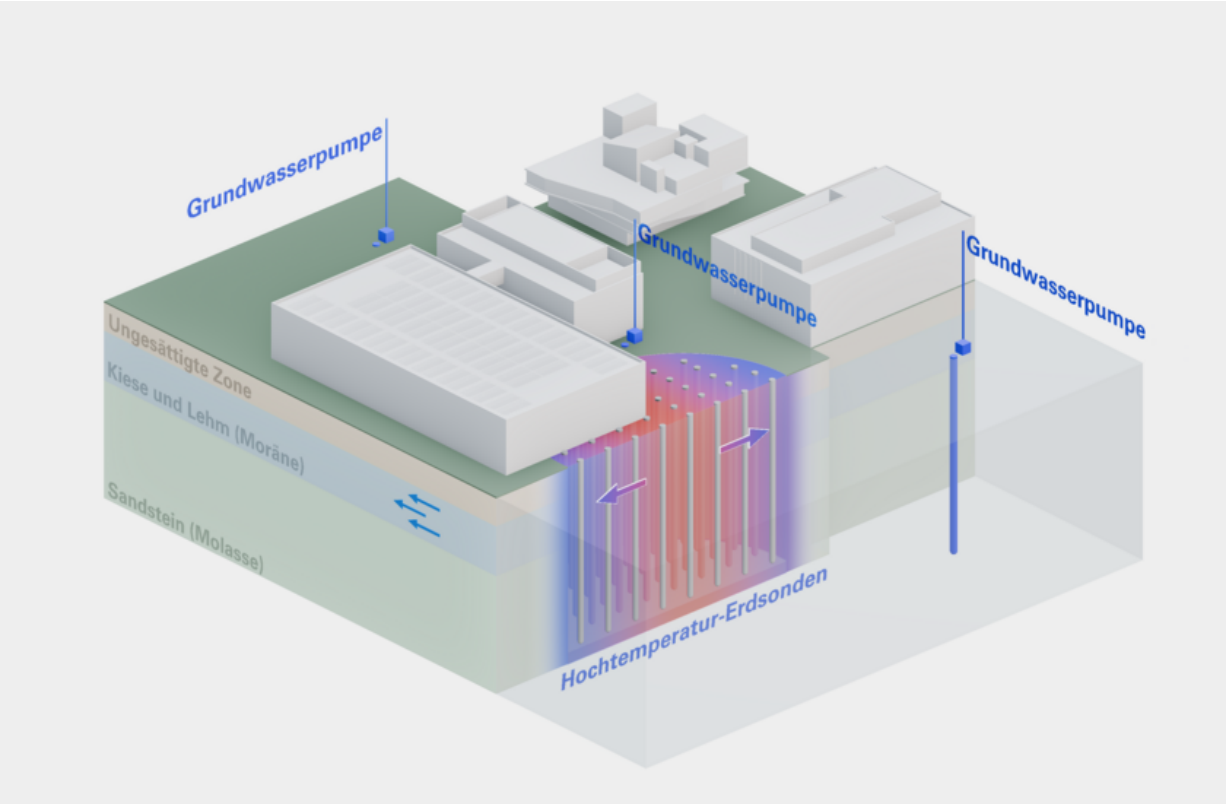
Les échantillons d'eau prélevés sont en outre régulièrement analysés en laboratoire par des chercheurs des départements Microbiologie de l'environnement et Écologie aquatique de l'Eawag. Pour eux, la question centrale est de savoir comment la diversité microbienne se modifie sous l'influence de températures de cet ordre de grandeur. Les traces d'ADN environnemental (eDNA) permettent également de déterminer quels organismes peuplent les eaux souterraines et si leur nombre et leur répartition se modifient en raison des sondes géothermiques.

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

Dans la boîte à la surface se trouvent les capteurs avec le spectromètre de masse GE-MIMS (Mini-Ruedi) (Photo: Eawag, Joaquin Jimenez-Martinez).

Grand intérêt de la part de la Confédération et des cantons

La Suisse dispose aujourd'hui déjà de la plus forte densité de sondes géothermiques par unité de surface de toute l'Europe, c'est pourquoi le projet suscite un grand intérêt de la part des cantons et de la Confédération. La demande de nouvelles possibilités de production d'énergie et de stockage saisonnier a en outre augmenté dans le cadre du tournant énergétique. Les effets de l'apport de température sur les eaux souterraines en tant que système global sont tout aussi intéressants. ARTS est donc soutenu par l'Office fédéral de l'énergie, ainsi que par les cantons de Zurich, d'Argovie, de Thurgovie, de Zoug et de Genève, et fonctionne sous la coopération de l'Empa et de l'Eawag. Des collaborateurs des offices de l'environnement de Zurich et de Thurgovie apportent également leur contribution technique à la compréhension hydrogéologique. Une collaboration de cette ampleur n'est pas courante et la rapidité avec laquelle le projet a vu le jour est également sans précédent. «Dix mois seulement se sont écoulés entre la première idée dans le couloir de l'Eawag et le forage des trous sur le campus pour les capteurs», explique Jimenez-Martinez. Cela montre à quel point le sujet est urgent.



Les sondes géothermiques à haute température sous le campus atteignent une profondeur de 100 mètres. Trois pompes à eau souterraine font remonter l'eau souterraine à la surface à trois endroits différents. Illustration : Eawag

Photo de couverture: Notre sol est composé de plusieurs couches. Près de la surface, il est poreux et meuble, mais en profondeur, il est compact comme du béton. Sur la photo: la terre des trous de forage pour les pompes à eau souterraine nécessaires (Photo: Eawag, Joaquin Jimenez-Martinez).

Financement / Coopération

Eawag Empa Bundesamt für Energie (BFE) Kanton Zürich Kanton Aargau Kanton Zug Kanton Thurgau Kanton Genf

Links

Borehole Thermal Energy Storage (BTES)

Empa News

Site web du projet

Contact

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

Joaquin Jimenez-Martinez

Tel. +41 58 765 5475

joaquin.jimenez@eawag.ch

Cornelia Zogg

Science Editor

Tel. +41 58 765 5763

cornelia.zogg@eawag.ch

Contact externe

Matthias Sulzer

Empa

matthias.sulzer@empa.ch

https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/effet-des-accumulateurs-de-chaleur-a-haute-temperature-sur-les-eaux-souterraines