



FICHE D'INFORMATION GEOTHERMIE

En un coup d'œil

La géothermie ne génère pas d'émissions, est durable et est une source d'énergie inépuisable à l'échelle humaine. De plus, comme cette source d'énergie est disponible en tout temps, elle permet de produire de l'énergie en ruban et contribue à la production de courant en hiver. Sur la base des connaissances actuelles, les organisations environnementales estiment qu'en 2035, la géothermie pourra produire environ 2.2 TWh de courant par an. Pour 2050, le Conseil fédéral évalue la production maximale de courant à partir de la géothermie à 4.4 TWh par an – un peu moins que l'Italie n'en produit déjà aujourd'hui (5.7 TWh par an en 2013).

Portrait

Les usages de la géothermie sont multiples. La chaleur de la terre permet le chauffage ou le refroidissement de maisons individuelles grâce aux sondes géothermiques verticales et même celui de grandes constructions grâce aux champs de sondes. La chaleur de la nappe phréatique et d'aquifères peu profonds peut être utilisée avec des pompes à chaleur pour alimenter des réseaux de chauffage à distance ou pour refroidir directement des bâtiments. Le sous-sol peut également servir au stockage saisonnier d'énergie et contribuer ainsi à la transition énergétique. Enfin, à de plus grandes profondeurs, la géothermie peut être utilisée pour le chauffage direct via des réseaux de chaleur et également pour la production de courant électrique.

Les procédés les plus répandus de production d'électricité requièrent des températures dépassant les 100 degrés Celsius. Comme la température du sous-sol augmente environ de 30 degrés par kilomètre de profondeur, il faut creuser à 4'000 mètres pour atteindre les températures nécessaires à la production de courant. Cette chaleur est utilisée selon deux procédés différents.

La **géothermie hydrothermale** exploite l'eau chaude situées dans des roches naturellement perméables, appelées couches aquifères, par deux puits de forage. L'eau chaude est pompée en surface par le puits de production afin d'actionner une turbine couplée à un générateur avant d'être réinjectée en profondeur par le puits d'injection. Le potentiel de production de courant par cette méthode est plutôt faible dans notre pays, car les aquifères profonds de fort débit sont rares en Suisse.

La **géothermie pétrothermale** ne nécessite quant à elle pas la présence de couches géologiques riches en eau mais utilise directement l'énergie stockée dans la roche. On parle également de systèmes géothermiques stimulés ou EGS (Enhanced Geothermal Systems). Pour ce faire, de l'eau est injectée en profondeur, ce qui permet d'augmenter la faible perméabilité naturelle des roches. On parle alors de stimulation hydraulique. L'eau se réchauffe ensuite en pénétrant dans les fissures puis est conduite à la surface par un autre puits. Un immense échangeur de chaleur souterrain a ainsi été réalisé entre ces deux puits. Ce procédé n'est toutefois pas dépourvu de risque sismique comme en témoigne le tremblement de terre causé par le projet de géothermie profonde de Bâle en 2006 et ayant mené à l'abandon du projet. Le développement de cette technologie a par conséquent fait l'objet d'études approfondies et de nouvelles avancées ces dernières années qui permettent aujourd'hui de mieux maîtriser ce risque.

Site suisse

Le dernier rapport sur la géothermie (2015) de l'International Energy Agency (IEA) conclut que la Suisse dispose d'un potentiel théorique très important pour l'utilisation directe de l'énergie géothermique et pour la production de courant électrique. Par conséquent, cette source d'énergie doit aussi être développée en Suisse pour la production de courant, de chaleur, de froid et pour le stockage saisonnier d'énergie. La géothermie de surface utilisée pour le chauffage est déjà largement utilisée en Suisse:



aucun autre pays du monde ne dispose d'une si grande concentration de sondes géothermiques par rapport à sa superficie.

De nombreuses régions de Suisse sont adaptées à la production de courant par la géothermie. Alors que des roches contenant de l'eau chaude nécessaire à la géothermie hydrothermale ne sont présentes que dans quelques sites, les systèmes pétrothermaux peuvent être utilisés dans bien plus de régions. Pour évaluer plus précisément le potentiel, le sous-sol devrait être davantage étudié au moyen de forages d'exploration.

Actuellement, il n'y a pas de centrale géothermique en Suisse produisant de l'électricité. La centrale de Riehen (BS) alimente toutefois avec succès depuis 1994 un réseau de chauffage à distance transfrontalier. Deux projets de centrales électriques géothermiques sont en phase de planification avancée à Haute-Sorne (JU) et à Lavey-les-Bains (VD) ainsi que de nombreux projets à vocation thermique (GEothermie 2020 à Genève ou EnergieÔ La Côte (VD) par exemple). En Allemagne, une dizaine de centrales géothermiques ont été raccordées ces dernières années au réseau électrique, essentiellement dans la région munichoise et la vallée du Rhin. Par exemple, celle d'Unterhaching en Bavière (hydrothermale) produit du courant et de la chaleur depuis 2007 avec une puissance géothermique de 38 MW_{th} et une puissance électrique installée de 3.34 MW_{el}. Dans la vallée du Rhin, la centrale d'Insheim (EGS) produit depuis 2012 de l'électricité avec une puissance installée de 4.8 MW_{el}. Les expériences liées à ces projets peuvent servir de modèle pour le développement à moyen et long terme de la production de courant géothermique en Suisse.

Potentiel de production d'électricité

Sur la base des connaissances actuelles, les organisations environnementales estiment réaliste qu'en 2035 la géothermie puisse produire environ **2.2 TWh** de courant par an. Pour 2050, le Conseil fédéral évalue la production maximale de courant à partir de la géothermie à 4.4 TWh par an – un peu moins que l'Italie n'en produit déjà aujourd'hui (5.7 TWh par an en 2013). Avec une puissance électrique moyenne de 10 MW (et 8000 heures à pleine charge), il faudrait ainsi 55 centrales géothermiques en Suisse pour atteindre cet objectif (il est toutefois probable que des installations plus grandes et donc moins nombreuses soient réalisées sur le long terme). Chaque installation nécessiterait une surface d'environ 5000 m² – nettement moins qu'un terrain de football.

Où le développement est-il facilement réalisable ?

Pour l'utilisation de la géothermie en Suisse, il faut se concentrer sur les sites où la chaleur peut être utilisée localement ou transportée via des réseaux de chauffage à distance.

Où le développement soulève-t-il des interrogations ?

Lorsqu'aucun consommateur de chaleur ne se situe proche d'un site géologiquement adapté, les projets impliquant l'implantation de nouveaux utilisateurs (serre ou industrie) pourraient être remis en cause.

Où le développement n'est-il pas adapté ?

Le risque d'atteinte à l'environnement et le risque que la sismicité provoque des dommages doivent être évalués et minimisés pour tous les projets de géothermie. Là où il n'est pas possible de réduire ce risque à un niveau acceptable, il convient de renoncer au projet. Un suivi strict de l'exécution du projet par les autorités est indispensable.

Mesures

Pour réaliser le potentiel estimé, les informations existantes relatives au sous-sol doivent être mieux documentées et rendues accessibles à toute personne intéressée. Elles devraient de plus être complétées par les connaissances de nouveaux forages. Pour ce faire, la Confédération devrait établir un **programme d'exploration**. Les risques d'insuccès liés au forage doivent continuer à être couverts par un **cofinancement public et des fonds de garantie**. Le **développement de la technologie** doit



encore être encouragé avec **le soutien de l'Etat** comme il s'agit d'installations pilotes et de démonstration. Il est important que diverses technologies soient testées en parallèle sur des sites différents.

Des **conditions-cadres claires et efficaces doivent être édictées par la Confédération et les cantons pour le développement de la géothermie**. Comme les autres énergies renouvelables, la géothermie doit pouvoir bénéficier des rétributions RPC et d'une suppression de leur plafonnement. Les projets purement thermiques doivent aussi pouvoir bénéficier d'un mécanisme de garantie des risques d'exploration.

Paramètres économiques

Comme il n'y a pas encore de centrale géothermique produisant de l'électricité en Suisse, il n'existe aucune donnée quant aux coûts effectifs possibles. Les coûts élevés d'exploration et d'innovation devraient fortement baisser avec le développement de la technologie et la construction de grosses centrales. **D'après une estimation des perspectives énergétiques du Conseil fédéral, les coûts de production de courant par des centrales géothermiques devraient se situer entre 7 et 14 centimes/KWh en 2035** (alors qu'ils sont estimés à environ 40 centimes/KWh pour 2020). **Les investissements requis devraient ainsi passer de 20'000 CHF par kW en 2020 à 5'000 CHF en 2035**. À ce jour, l'utilisation de la géothermie essentiellement au moyen de sondes géothermiques couplées à des pompes à chaleur a créé des milliers d'emplois. Avec une augmentation importante de la production d'électricité par la géothermie, les possibilités d'exportation sur un marché mondial récent et de nombreuses places de travail sont attendues.

Qu'en est-il... ?



Sismicité causée par des forages profonds pour les centrales géothermiques

Lorsqu'en 2006, pour la première fois dans le monde, un forage pétrothermal a été entrepris à Bâle pour un usage commercial, la terre s'est mise à trembler de manière sensible à une magnitude de 3.4 sur l'échelle de Richter. Les stimulations ont en effet relâché des tensions existantes dans le sous-sol. Le séisme a conduit à des dégâts matériels en surface d'un montant de sept millions de francs. Le projet géothermique bâlois a été stoppé.

Depuis, l'état des connaissances a fortement augmenté. Des leçons ont été tirées du projet de Bâle, mais également du projet hydrothermal de St-Gall stoppé en 2013 après une secousse sismique de magnitude 3.5. Pour tout nouveau projet profond, même hydrothermal, le risque sismique doit être évalué de manière détaillée. Pour les projets EGS, une méthode de stimulation réduisant les risques sismiques doit être appliquée et un suivi permanent par des experts est nécessaire. Des événements inattendus, comme la venue de gaz dans le forage de St-Gall, ne pourront toutefois à l'avenir jamais être totalement exclus et nécessitent des mesures de sécurité adéquates.



Injection de substances toxiques dans le sous-sol comme pour l'extraction de gaz non conventionnels (fracking)

Lors de la stimulation hydraulique des projets pétrothermaux, les réservoirs géothermiques peuvent souvent se passer de substances chimiques et seule de l'eau pure peut être injectée. Un traitement au moyen d'acides dilués ou d'acides organiques biodégradables est toutefois possible avant la mise en production qu'il s'agisse de projets hydrothermaux ou EGS. De tels traitements sont du reste également appliqués à des puits d'eau potable.

L'Alliance-Environnement encourage donc l'exploration et le développement de la géothermie. Les projets de géothermie – que ce soit par des procédés hydrothermaux ou pétrothermaux – se distancent fondamentalement du «fracking» de par leur objectif: afin de remplacer l'énergie fossile, il s'agit ici d'utiliser la chaleur terrestre pour produire de l'énergie et de la chaleur tout en respectant le climat. En outre, les risques pour les sols et les eaux sont considérablement moindres et donc acceptables vu les grands avantages de ces méthodes.



Refroidissement du sous-sol par l'utilisation de la géothermie

En fonction du bilan entre l'extraction de la chaleur par le forage et sa régénération naturelle par conduction thermique depuis les roches avoisinantes, la température de l'eau ou des roches reste constante ou diminue très faiblement. La distance entre le puits d'injection et le puits d'exploitation influence la durabilité du système. Si elles sont bien dimensionnées, les installations ne devraient pas soutirer plus de chaleur que celle fournie naturellement. En cas de forte exploitation ou un refroidissement du sous-sol est observé, il est possible de le recharger en chaleur à l'aide, par exemple, d'une énergie renouvelable telle que le solaire. Certaines installations dans le bassin de Paris **fonctionnent** depuis plus de 40 ans sans qu'un refroidissement notable n'ait été observé. Les risques écologiques liés à un faible refroidissement du sous-sol ne sont actuellement pas connus. Dans tous les cas, à la fin de l'exploitation, la chaleur se régénère naturellement dans le réservoir géothermique grâce au flux de chaleur terrestre.

Sources

Les perspectives énergétiques 2050

<http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/06431/index.html?lang=fr#>

Statistique de l'utilisation de la géothermie en Suisse, Office fédéral de l'énergie, édition 2015:

http://geothermie-schweiz.ch/wp-live/wp-content/uploads/2016/07/Geothermiestatistik-Schweiz-Ausgabe-2015_20160728.pdf

Energiea n°3/2012. Newsletter de l'Office fédéral de l'énergie. Dossier géothermie:

http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_95860397.pdf&endung=energiea%20n%C2%B0%203%20/%202012

Switzerland Country Report, IEA Geothermal, 2015:

<http://iea-gia.org/wp-content/uploads/2014/12/Switzerland-Country-Report-IEAGIA-2015.pdf>

Liens

GEOTHERMIE-SUISSE - Société suisse pour la géothermie : <http://geothermie-schweiz.ch/?lang=fr>

SCCER-SoE – Centre de compétence suisse en recherche énergétique : <http://www.sccer-soe.ch/>

TA-SWISS – Centre d'évaluation des choix technologiques. Etude «L'énergie de l'intérieur de la Terre : la géothermie profonde comme ressource énergétique de l'avenir ?» : <https://www.ta-swiss.ch/fr/projets/mobilite-energie-climat/geothermie-profonde/>

Service Sismologique Suisse (SED): <http://www.seismo.ethz.ch/fr/home/>

Laboratoire Suisse de Géothermie de l'Université de Neuchâtel - CREGE: <http://www.crege.ch>

Geo-Energie Suisse SA - Centre de compétence suisse en géothermie profonde: <http://www.geo-energie.ch/fr/>

Projet GEothermie 2020 (GE) : <http://www.geothermie2020.ch/>

Projet EnergieÔ La Côte (VD) : <http://www.energeo.ch/>

Projet géothermique AGEPP de Lavey-les-Bains (VD): <https://www.romande-energie.ch/qui-sommes-nous/production-et-energies-renouvelables/geothermie>

Erdwärme Riehen: <http://www.erdwärmeriehen.ch/de/geothermie/index.php>

Personne de contact

Elmar Grosse Ruse

Responsable de projet climat et énergie, WWF Suisse

Tél. +41 44 297 23 57

Courriel: Elmar.GrosseRuse@wwf.ch



ÉNERGIE 2035
**100%
 POUR**
 INDIGÈNE
 RENOUVELABLE
 EFFICIENT

L'énergie c'est „NOUS“

Concrétiser la mission 100% POUR (indigène, renouvelable, efficient) nous concerne tous. La route est longue et difficile. Nous pouvons nous approvisionner totalement en courant provenant de sources indigènes et renouvelables. Nous pouvons créer ce nouveau «NOUS» suisse: sûr, abordable et efficient. La voie vers une souveraineté électrique, sans nucléaire et sans centrales à gaz, apporte des avantages importants à l'industrie, au savoir-faire et à l'emploi en Suisse. Les ingénieurs, les chercheurs, les artisans, les politiciens, les autorités et les protecteurs de la nature sont concernés; mais «NOUS» aussi, particuliers avec nos habitudes de consommation, nous pouvons participer à un avenir électrique sûr, un avenir 100% POUR.

GREENPEACE



pro natura 

SCHWEIZERISCHE ENERGIE-STIFTUNG
 FONDATION SUISSE DE L'ÉNERGIE


Verkehrs-Club
 der Schweiz 