

GÉOTHERMIE PROFONDE

DOSSIER

ÉNERGIE

LITHIUM ET
GÉOTHERMIE
PROFONDE



LITHIUM ET GÉOTHERMIE PROFONDE

2

La chaleur du sous-sol de l'Alsace et plus largement du Fossé rhénan est connue depuis de longues dates par l'exploitation pétrolière. C'est pourquoi un site de recherche de géothermie profonde s'est développé dans le nord de l'Alsace, à Kutzenhausen/Soultz-sous-Forêt. Le site est maintenant connu mondialement comme le site de recherche de géothermie profonde de Soultz-Sous-Forêts. Ainsi, l'Alsace a été fer de lance dans un type de développement de la géothermie profonde en Europe : la géothermie de réservoir stimulé (EGS).

C'est une technologie pensée et développée dans l'objectif de produire de la chaleur à grande profondeur (plus de 1 km) dans des contextes de roches déjà fracturées et d'absence de volcanisme actif. La géologie du fossé rhénan a la particularité d'être composée d'un socle granitique fracturé recouvert de couches sédimentaires de plusieurs centaines de mètres qui assurent une isolation. Les fractures permettent la circulation de fluides qui se réchauffent en profondeur. Par convection, ces fluides remontent le long de failles et rendent leur exploitation possible.

Principe de la technologie

Le principe de la technologie est d'effectuer au moins deux forages profonds (plus de 3 km en Alsace) sur une même faille afin de profiter de la circulation naturelle de fluides géothermaux en profondeur. Le fluide géothermal est prélevé par un puits (dit puits de production) puis est réinjecté à une profondeur similaire par le puits dit de réinjection. En production, le fluide circule en boucle fermée, allant de la surface dans le puits de réinjection en profondeur, puis par convection naturelle dans le puits de production où il est pompé à la surface. L'écart entre les puits est de quelques mètres en surface et de plusieurs centaines de mètres en profondeur, les puits étant déviés en profondeur afin d'éviter de pomper des fluides qui viennent d'être réinjectés avant qu'ils n'aient eu la possibilité d'accumuler à nouveau de la chaleur.

Une fois en surface la chaleur est prélevée du fluide géothermal dans un second fluide qui servira au transport de la chaleur. Ces deux fluides n'entrent jamais en contact direct. La chaleur peut être directement utilisée en tant que telle (industrie, agriculture, réseau de chaleur pour de la consommation civile), produire de l'électricité (centrale de Soultz-sous-Forêt), ou produire à la fois de l'électricité et de la chaleur ce qui nécessite toutefois des températures dépassant 150°C. On parle alors de cogénération. À ce jour aucune nouvelle installation géothermale en France ne peut produire uniquement de l'électricité.

Centrales existantes

Il existe actuellement deux centrales, toutes deux inaugurées en 2016, de géothermie profonde fonctionnelles en Alsace :

- le centre de recherche historique à Kutzhausen/Soultz-sous-forêt qui est maintenant un site de production
- une centrale à Rittershoffen dont la production de chaleur est entièrement dédiée à l'usine ROQUETTES Frères de Beinheim.

Il y a également trois centrales de géothermies profondes dans la vallée rhénane en Allemagne, situées à Bruchsal, Landau et Insheim.

On peut noter également la présence d'une vingtaine de centrales de géothermie profonde en Bavière au pied des Alpes, ou en Suisse, mais dont la technologie diffère un peu.

Différentes phases d'un projet de géothermie profonde

- **Exploration** : cette phase, nécessitant un permis, elle vise à obtenir des informations sur la géologie d'un territoire souvent assez vaste. Les données produites permettent ensuite de construire des projets autour de lieux identifiés avec un potentiel important.
- **Construction d'un projet** : identification du type de production, des clients, lieux, et démarches administratives liées à l'ensemble de la réalisation.
- **Forages** : phase la plus bruyante, c'est également celle qui nécessite le plus de personnel sur place.
- **Tests de circulation** : Il s'agit d'un moment particulièrement critique en termes de sismicité. Cette phase consiste à tester la circulation du fluide géothermal en profondeur et à améliorer sa circulation, différentes techniques peuvent être utilisées à cette fin. Sa réussite permet de valider ou non le projet de géothermie.
- **Construction de la centrale** après validation complète du projet par les résultats des forages d'exploration et de l'ensemble des tests.
- **Exploitation** : exploitation en continu, avec maintenance de quelques jours par an
- **Démantèlement** : démontage de la centrale, gestion des déchets et remise en état du site

Sismicité

La géothermie profonde, comme d'autres types d'exploitation du sous-sol, engendre de la sismicité.

Celle-ci est sous surveillance par l'industriel et doit rester sous le seuil de perception par l'homme (on parle alors de micro-sismicité). En cas de séisme, des procédures doivent être mises en oeuvre afin de limiter la sismicité. L'état des connaissances actuel ne permet pas de conclure quant à l'impact de la micro-sismicité que cela soit dans le sens de la réduction de la sismicité naturelle ou dans celui d'une augmentation des risques de séismes. Les industriels doivent impérativement veiller à analyser les variations de sismicité et à respecter les procédures techniques requises en géothermie profonde.

Le développement de la géothermie profonde en Alsace a engendré différents épisodes sismiques perceptibles par les habitants du territoire. On peut noter entre autres le séisme de 2003 (magnitude 2,9) à Soultz-sous-forêt qui a induit un changement fondamental dans le processus d'exploitation avec l'arrêt de la fracturation hydraulique (HDR) pour le développement de la technologie dite de réservoir stimulé (EGS), qui utilise la circulation convective naturelle du fluide dans les failles pré-existantes au lieu d'injecter des fluides sous forte pression, afin de fracturer la roche.

Il y a également eu plusieurs épisodes sismiques, de magnitude allant de 2,1 à 3,9 en 2019 lors de la création du site de géothermie profonde de Vendenheim.

Enfin, le site de Rittershoffen, mis en fonction en 2016, est en exploitation depuis sans sismicité notable jusqu'en 2024. Un épisode de sismicité de quelques heures a eu lieu en mai 2024 avec deux séismes (magnitude 2 et 2,2).

Production

La géothermie est une énergie renouvelable locale et inépuisable si elle est bien gérée. Un avantage très intéressant est son fonctionnement continu 24h/24, 7jours/7 contrairement aux autres énergies renouvelables. A l'heure actuelle nous pouvons produire :

- De la chaleur : La température du fluide géothermal dépend de la localisation du forage et de sa profondeur. Cette chaleur peut être utilisée directement pour un processus industriel (cf. projet de Rittershoffen), dans des réseaux de chaleur (pour chauffer de grands centres urbains, des complexes sportifs, etc.). Comme il n'est actuellement pas possible de transporter efficacement l'énergie thermique, il est nécessaire d'avoir le consommateur de chaleur à proximité de la centrale géothermique. La centrale de Rittershoffen alimente l'usine Roquette à une quinzaine de kilomètres de celle-ci.
- De l'électricité : La chaleur peut servir à faire tourner une turbine, à l'image d'une centrale électrique au charbon, au gaz ou nucléaire. La production d'électricité nécessite d'avoir une température plus élevée que pour la production de chaleur, par conséquent des forages plus profonds. Cela induit cependant des risques plus importants, risques pour l'industriel de ne pas avoir assez de chaleur et/ou une circulation de fluide suffisante et des risques de sismicité. Comme la production d'électricité nécessite une chaleur très élevée et n'utilise pas toute la chaleur, il est possible d'utiliser la chaleur résiduelle pour des utilisations directes de la chaleur à condition qu'un utilisateur se trouve à proximité (réseau de chaleur, industriel, etc.). On parle dans ce cas de co-génération.
- Des minéraux tel que le lithium : les eaux géothermales du fossé rhénan sont en contact avec le socle qu'elles altèrent, elles se chargent ainsi en minéraux, dont du lithium. Il est possible de récupérer ce lithium en filtrant l'eau géothermale. La capacité d'exploitation instantanée (quantité de lithium produit à l'heure) ainsi que la volumétrie moyenne exploitable de lithium sur la durée de vie d'un forage sont des éléments actuellement inconnus, mais important pour déterminer la

rentabilité de cette exploitation. Des travaux d'évaluation sont actuellement en cours en Allemagne (à Bruchsal) où les concentrations de lithium sont très élevées : de 150 mg à 300 mg par litre. L'augmentation du cours mondiale du lithium donne un attrait de plus en plus important à cette technologie. C'est aussi la méthode d'extraction la moins impactante pour l'environnement au contraire de l'extraction du lithium à partir de la roche (nécessitant le décapage de la surface de la terre) qui engendre des pollutions et consomme beaucoup d'eau.

- D'autres possibilités d'extraction seront envisageables dans l'avenir, en particulier l'extraction de gaz (par exemple l'hydrogène).

Lithium et géothermie profonde

La géothermie profonde alsacienne a connu une bascule importante avec l'évolution du cours mondial de lithium. Le lithium est un métal alcalin qui présente un électron solitaire sur sa couche de valence et qui est propice à des échanges chimiques permettant la création de courant électriques.

Cela a donné une place particulière au lithium dans la construction de batteries électriques utilisées dans divers appareils liés à la mobilité : les véhicules électriques, mais aussi dans nos appareils du quotidien, téléphone portable, ordinateur portable et toutes sortes d'appareils rechargeables. Étant léger, le lithium permet de construire des batteries ayant une grande densité massique et volumétrique, et donc ayant un rapport poids – taille / énergie produite très intéressant.

La présence de lithium dans l'eau géothermale a induit la possibilité de l'extraire au travers d'installations de type géothermie profonde. Ce qui rend la géothermie profonde plus rentable.

La surconsommation actuelle de lithium est en partie due à des stratégies productivistes et consuméristes notamment par l'électrification des moteurs de voiture sans chercher à réduire le besoin de véhicules individuels ni à diminuer la

consommation individuelle de véhicules. L'électrification des véhicules est aujourd'hui le premier consommateur de lithium, et la production mondiale ne répond pas actuellement à la demande. D'autres technologies de batteries apparaissent comme les nouvelles batteries au sodium, disponible en grandes quantités.

Si l'adoption de ces nouvelles technologies permet de s'attaquer aux problèmes de la pollution et aux Gaz à Effet de Serre inhérents aux véhicules thermiques, elle doit, pour être cohérente, s'accompagner de mesures fortes visant à réduire les problèmes liés à leur surnombre, leur surdimensionnement, leur surconsommation kilométrique, leur surconsommation en ressources minérales et en énergie. Elle doit également donner l'opportunité d'amplifier les transports en commun et les mobilités douces. Mais ces choix nécessitent de s'opposer aux stratégies productivistes et consuméristes qui recherchent avant tout de nouvelles croissances financières et qui pour des raisons de rentabilité à court et moyen terme peuvent mener dans des impasses à plus long terme.

L'attrait financier de cette ressource naturelle a amené de nouveaux acteurs sur le territoire (Arvensé géothermie, Vulcan, etc.). Ces entreprises ont eu diverses expressions publiques (presse) et ont obtenu des permis de prospection de lithium au travers de la géothermie profonde. Ces expressions publiques ainsi que les permis obtenus ont soulevé une vague d'inquiétude citoyenne assez importante. Cela démontre un problème de stratégie de communication et de réflexion globale du développement du territoire vis-à-vis de cette ressource.

Sur l'ensemble de la question du lithium, il reste de nombreux points non connus : quelle est la quantité de lithium qu'il est possible de remonter pour une centrale géothermique ? Quelle est la quantité quotidienne et quelle est la quantité sur la durée de vie d'une exploitation ? Est-ce qu'il y a un phénomène d'appauvrissement progressif ou la production est-elle possible en continue pendant des décennies ? Quel est l'impact environnemental (consommation d'eau pour nettoyer les filtres, destinations des résidus, etc.) de la technique de filtrage des eaux géothermales ?

Concernant cette dernière, l'exploitation du lithium par la géothermie est nettement moins consom-

trice d'eau que l'exploitation minière par extraction du lithium à partir de la roche (notamment du fait que le lithium est déjà dissous dans l'eau géothermale). Elle est également bien moins impactante au niveau environnemental, l'emprise foncière de la géothermie profonde est très faible par rapport à une extraction minière du lithium. Il en va de même pour la pollution de l'environnement.

Interdiction de forage :

Suite aux séismes induits par la tentative de mise en fonction de la centrale de Vendenheim, la préfecture a décidé, le 9 décembre 2020, l'arrêt définitif du projet de Vendenheim, ainsi que la suspension de tous les projets de géothermie profonde en Alsace. Une commission d'enquête scientifique a étudié le projet à l'origine des séismes.

Projets et expressions publique récente :

Depuis 2022, plusieurs nouveaux acteurs se sont positionnés et exprimés sur notre territoire. Les autorisations en cours sont consultables sur ce site de la préfecture du Bas-Rhin, et les principaux projets sont listés ci-dessous :

- 24 juillet 2023: « Les sources Alcalines », permis de recherche exclusif pour Lithium de France (Haguenau – Soultz-sous-Forêt- Niederbronn-les-bains-Mertzwiller)
- 10 août 2023 : « Permis les Poteries », permis de recherche exclusif pour Lithium de France (Haguenau-Bischwiller-Drusenheim-Lauterbourg-Wissembourg-Hatten)

- Demande en cours, 2023 : « Les Cigognes », permis de recherche exclusif pour Vulcan (forêt de Haguenau)
- Octobre 2023 : Vulcan et Stellantis annoncent un projet commun de géothermie profonde. Ils comptent utiliser la chaleur pour le processus industriel de Stellantis (site de Sausheim), et exploiter le lithium en résultant
- Demande en cours 2023 : « Kachelhoffa », permis de recherche exclusif pour Vulcan (Heimsbrunn-Petit Landau-Fessenheim-Merxheim)
- Décembre 2023 : ES et ERAMET annoncent vouloir exploiter du lithium en Alsace dunord. Ils lancent une communication pour relancer les projets sur leurs concessions à Hatten et à Wissembourg. Décembre 2023 : La communauté de commune de L'Outre Forêt fait des annonces d'un grand projet industriel à Hatten, avec l'implantation d'un site de traitement du lithium et d'un grand pôle industriel (non encore déterminé) sur plus d'une quarantaine d'hectares utilisateur de la chaleur géothermale produite sur un autre site.
- Décembre 2024 : Demande d'autorisation environnementale d'ouverture de travaux miniers « les Sources1 » à Betschdorf-Schwabwiller par la société Lithium France.
- Janvier 2025 ; Demande d'ouverture de travaux miniers d'une deuxième installation sur le site de Rittershoffen par Electricité de Strasbourg
- Février 2025 : Demande autorisation environnementale en vue de l'ouverture d'un forage exploratoire « poterie exploratoire » à Soufflenheim par Lithium de France.
- Février 2025 : dépôt d'un dossier de demande d'exploration sur le secteur du Piémont des Vosges dans le Bas Rhin par la société Lithium France
- Par ailleurs deux projets de création d'usines de purification et de conversion de lithium sont prévus dans le nord de l'Alsace.



POSITION

Au vu des différents risques humains et environnementaux connus dans le contexte actuel, et selon les usages envisagés, voici les points clefs de la position de la fédération Alsace Nature vis-à-vis de la géothermie profonde :

1. La géothermie profonde, sans fracturation, est une ressource énergétique locale, décarbonée, peu polluante, d'emprise foncière faible et renouvelable en fonction des conditions d'exploitation. Elle a aussi l'avantage d'être disponible en continu, ce qui la rend complémentaire par rapport aux autres sources d'énergie renouvelable.
 - a. En tant que telle, elle a toute sa place dans le mix énergétique alsacien à partir du moment où la ressource en **chaleur est directement exploitée par un consommateur de chaleur pertinent (cf la suite) à proximité de la centrale.**
 - b. La transformation en électricité nécessite une chaleur plus importante et par conséquent des forages plus profonds en l'état actuel de la technologie. Alsace Nature émet des réserves sur cette utilisation dans le fossé rhénan en l'état actuel des connaissances, du fait de la profondeur des forages.
 - c. Alsace Nature demande **des garanties de transparence et de suivi scientifique indépendant** sur l'utilisation, en l'état actuel des connaissances, des géothermies dans le fossé rhénan, du fait de la profondeur des forages et du nombre croissant de projets.
2. La production de chaleur doit s'intégrer dans une réflexion globale de territoire, en lien avec l'impératif posé par le réchauffement climatique et la nécessité de mettre en oeuvre l'enjeu de diminution de la consommation globale par la sobriété et l'efficacité. Le premier pilier de la transition énergétique est la diminution de la consommation. La géothermie doit venir en substitution des sources fossiles actuelles et permettre d'atteindre l'objectif du 100% énergies renouvelables en Alsace sans mener à l'augmentation de la consommation d'énergie. Dans ce cadre, la création d'un site de forage géothermique se justifie pour l'implantation de nouvelles activités industrielles utiles à la transition, dans la mesure où elle ne se fait pas au détriment d'activités locales déjà engagées dans la sobriété et la réduction de l'impact carbone. Tout comme la conservation des terres naturelles et agricoles, la transition énergétique est un enjeu primordial, non seulement pour l'avenir des territoires mais au-delà, dans la lutte contre le réchauffement climatique planétaire, qui représente une menace pour l'ensemble du monde vivant, les êtres humains et la biodiversité.

3. Prise en compte des spécificités sismiques et des risques induits. Le principal risque, redouté par les populations en termes de géothermie profonde, est la sismicité. Celle-ci doit donc être traitée avec une attention particulière. Ainsi les forages à proximité, ou sur des failles passant ensuite sous des zones SEVESO, des lieux où la géologie peut induire des risques naturels importants, des lieux contaminés tels que Stocamine, etc. sont à proscrire. Alsace Nature demande qu'une clarification des règles et moyens mis en place pour limiter le risque sismique soit rendue publique et que la mise en place d'un comité de gouvernance, avec un pouvoir réel sur la conduite des différents projets de géothermie profonde pour limiter les risques associés à ces projets, soit systématiquement mis en oeuvre.

4. Concernant la question spécifique du lithium, Alsace Nature demande en premier lieu une clarification de la stratégie sur l'ensemble du territoire alsacien, ainsi qu'une régulation des projets par les instances élues du territoire. L'évolution rapide du marché mondial a amené de nouveaux acteurs et moyens pour la géothermie profonde. Néanmoins, au vu des risques induits, le développement de cette technologie ne devrait pas s'appuyer uniquement sur la loi du marché mondial, mais bien sur une stratégie établie de façon collégiale et démocratique entre les instances élues et les différents acteurs du territoire. Cette stratégie collective et globale nous apparaît essentielle pour juguler une possible ruée vers le lithium et les conséquences désastreuses pour l'environnement et les résidents du territoire que cela aurait. A ce sujet, il apparaît nécessaire de réaffirmer qu'un projet géothermique est avant tout un projet de production de chaleur et que l'extraction du lithium n'est qu'une dimension complémentaire. Tout projet qui serait guidé par la production de lithium prioritairement ne serait pas acceptable. De surcroît, l'intérêt actuel du lithium est lié à l'augmentation de sa consommation. Alsace Nature appelle à explorer d'autres possibilités, comme le développement du recyclage du lithium, faire des véhicules plus petits et valoriser des transports en commun ne nécessitant pas de batteries (train), pour limiter la consommation de lithium, avant de chercher à répondre à l'ensemble des demandes d'un marché économique.

5. Problématique démocratique et d'appropriation de la technologie par les citoyens. Jusqu'à présent une grande partie des projets se sont déroulés sans prise en compte massive de l'avis de la population, ni construction collective d'un projet de transition écologique autour de cette technologie. Lors des différentes consultations pour les permis de recherche, une grande majorité d'élus et de conseils municipaux se sont opposés aux projets. Ces rejets sont le reflet de l'inquiétude de l'ensemble de la population. Ces craintes, souvent justifiées, doivent être levées avant toute poursuite du développement de la technologie.



Alsace Nature
8 rue Adèle Riton - 67000 Strasbourg

Position d'Alsace Nature sur la géothermie profonde, issue de la réflexion du Réseau Énergie
et validée par le Conseil d'Administration du 22 avril 2025 à Strasbourg.
Edition du 14 mai 2025 - photos freepik.com