

Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 133 (2007)
Heft: 02: Protection sismique

Artikel: Secousses sur la géothermie
Autor: Perret, Jacques
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-99539>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

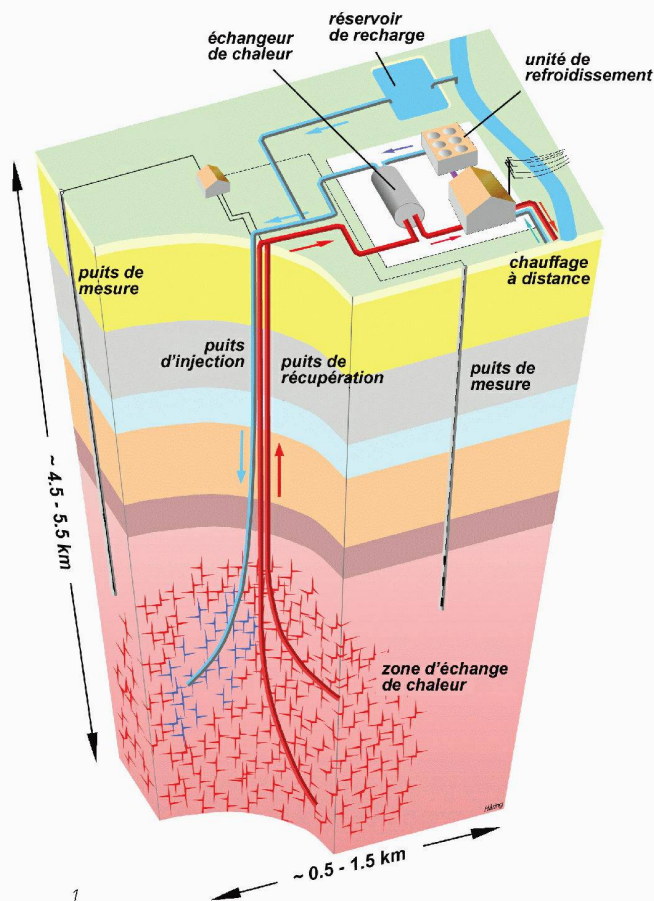
Download PDF: 30.06.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Secousses sur la géothermie

PROTECTION SISMIQUE

Les travaux concernant le projet de centrale géothermique dans la région bâloise ont été brutalement interrompus à la fin de l'année dernière, en raison d'une recrudescence de l'activité sismique. L'origine de cette recrudescence serait à chercher dans des travaux de fracturation de la roche, nécessaires au bon fonctionnement du système.



Le principe de la géothermie est relativement simple puisqu'il consiste à extraire de la chaleur de la terre en y faisant circuler de l'eau. Cette chaleur peut ensuite être exploitée soit directement, par le biais d'un système de chauffage à distance, soit pour produire de l'énergie sous forme électrique. Le système en construction à Bâle implique la réalisation d'un premier puits (déjà exécuté) pour l'introduction de l'eau « froide », qui doit être suivie par celle de deux autres, situés à quelques centaines de mètres du premier, pour récupérer l'eau chaude (fig. 1).

Pour garantir l'efficacité d'un tel système, il faut disposer d'une différence de température d'au moins 200°C, ceci en évitant d'avoir à atteindre des profondeurs excessives. Les difficultés croissant de façon non linéaire avec la profondeur, il convient de situer l'installation dans une zone où le gradient thermique est important. Ensuite, le massif rocheux doit offrir une perméabilité suffisante pour que l'eau soit en mesure de circuler d'un forage à l'autre. Il peut donc être nécessaire de « fracturer » la roche située entre les deux forages. Cette fracturation doit créer un système de circulation aussi ramifié que possible, afin de favoriser les échanges de chaleur.

Pourquoi à Bâle ?

La région bâloise a été choisie car elle présente deux conditions favorables à l'installation d'un système géothermique de grande ampleur. En effet, elle dispose déjà d'un système de distribution de chauffage à distance, ce qui offre la possibilité d'une exploitation directe du système géothermique. Ensuite, avec une variation de température de l'ordre de 4°C par centaine de mètres de profondeur, son sous-sol permet d'obtenir la différence de température de 200°C en restant à une profondeur « raisonnable » de l'ordre de 5 000 m.

Ce gradient de température a été estimé à partir de mesures effectuées lors d'un forage de reconnaissance ayant atteint une profondeur de 2 750 m : ces prévisions se sont révélées exactes lors de la réalisation du puits d'injection. Le forage de reconnaissance a en outre permis de définir l'épaisseur et la qualité des couches que les futurs puits auraient à traverser.

En revanche, la nature de la roche dans laquelle l'eau doit circuler – un granit de l'ère pré carbonifère (environ 360 millions d'année) – a imposé de procéder à sa fracturation pour améliorer sa perméabilité. C'est selon toute vraisemblance les travaux liés à cette fracturation – des travaux réalisés dans une des deux principales zones de danger sismiques de Suisse¹ (fig. 2) – qui sont à l'origine des divers mini-séismes enregistrés ces derniers temps : deux nouvelles secousses (magnitude 3,1 et 3,2 les 6 et 16 janvier de cette année) étant venues s'ajouter à celle du 8 décembre 2006, qui avait suivi de peu l'interruption des travaux.

Ramification de la roche

Pour créer la ramification nécessaire à un bon échange de chaleur, on a commencé par forer le premier puits jusqu'à une profondeur approximative de 5 000 m. Ce puits a ensuite été chemisé jusqu'à une profondeur d'environ 4 700 m, laissant « libres » ses 300 derniers mètres. La fracturation est alors créée en injectant de l'eau à très haute pression (environ 300 bars) dans la partie libre, soumettant la roche à des efforts pouvant entraîner sa dislocation partielle. On crée ainsi une sorte de « nuage d'eau » sous forte pression dans une zone à proximité du puits. L'injection de l'eau pour la fracturation a commencé le 2 décembre 2006.

Pour déterminer si la fracturation escomptée a bel et bien lieu, des systèmes de détection d'activité sismique ont été installés dans les puits de reconnaissance exécutés dans la zone concernée. Il faut souligner que ces systèmes ne peuvent pas être installés en surface en raison des perturbations liées aux activités humaines, qui y rendent impossible la détection de phénomènes de faible magnitude agissant à quelques quatre ou cinq kilomètres de profondeur. Les mesures de détection servent non seulement à situer approximativement l'emplacement du « nuage d'eau », mais aussi à prévenir des mouvements trop importants dus aux injections d'eau : on définit alors une limite au-delà de laquelle les injections doivent être interrompues. C'est ce qui s'est passé juste avant que la première secousse importante ait été ressentie le 8 décembre, en dépit de l'arrêt préalable des injections.

Déclenchement de mini-séismes

L'activité sismique résulte généralement du glissement de massifs rocheux situés de part et d'autre d'une faille. Ces mouvements sont empêchés par la résistance au cisaillement, c'est-à-dire par des contraintes de cisaillement qui sont pro-

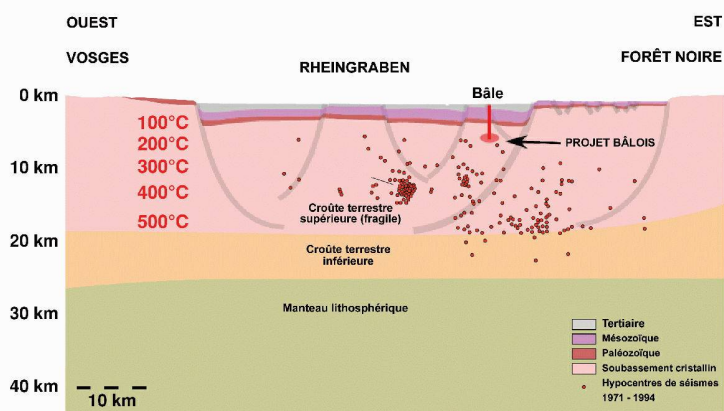
portionnelles aux contraintes normales agissant le long de la faille. L'ajout d'eau à forte pression dans une faille réduit les efforts normaux effectifs, ce qui se traduit par une diminution des contraintes de cisaillement susceptibles de s'opposer aux mouvements le long de la faille. Dans le cas où la réserve de résistance au cisaillement est faible (même localement), une telle modification de l'état de contrainte a toutes les chances de se traduire par de l'activité sismique².

De l'avis de Martin Koller, un des experts mandatés par le Canton de Bâle-Ville, c'est ce phénomène qui est à l'origine des mini-séismes observés récemment à Bâle. Il souligne en outre que cette activité est probablement due à des mouvements concernant des failles relativement courtes (quelques centaines de mètres). Il est en revanche dans l'incapacité de dire avec certitude si, malgré l'arrêt des travaux, d'autres secousses sont à prévoir. En revanche, il semble évident que les deux secousses enregistrées en janvier, dont les hypocentres sont situés dans le « nuage d'eau », sont aussi en rapport avec les travaux de fracturation.

Analyse détaillée des risques

A la suite de la publication du rapport d'experts, le Canton a demandé une analyse détaillée des risques liés à l'injection d'eau en profondeur. Selon Martin Koller, il s'agit d'une part d'analyser quantitativement tous les mouvements enregistrés et, d'autre part, de s'assurer – par des simulations numériques de la diffusion de l'eau en profondeur – que la probabilité que le « nuage d'eau » en surpression atteigne des failles susceptibles d'engendrer des secousses plus importantes reste suffisamment faible. Les autorités pourront ensuite comparer le risque résiduel avec ceux d'autres technologies couramment acceptées et décider si l'expérience bâloise peut être poursuivie. Ce que l'on ne peut que souhaiter compte tenu des avantages considérables offerts par la géothermie.

Jacques Perret



¹ L'autre étant le Valais (voir carte p. 8)

² Ce phénomène est similaire à celui qui avait été présenté dans « Les barrages à l'origine de tremblements de terre » (TRACÉS n°19/2004)