



# Projet

## Gestion du risque en géothermie et hydroélectricité



## Séismes, ruptures de barrages et glissements de terrain - évaluation des risques pour la production d'électricité

Des chercheurs ont mis au point de nouvelles méthodes pour minimiser les risques dans le système énergétique et ont mené une enquête sur la meilleure façon de communiquer les risques à la population.



Des dommages de ce genre ne devraient pas se produire, même si un forage géothermique est effectué à proximité.

Source : Shutterstock





## En un coup d'œil

- Les séismes d'origine artificielle représentent le risque principal associé à la géothermie profonde. De nouvelles stratégies visant à minimiser ces risques constituent aujourd'hui la base de futurs projets.
- Les chercheurs ont mis au point de nouveaux modèles d'évaluation des risques associés aux tremblements de terre, aux ruptures de barrages et aux dommages causés aux infrastructures. Ils ont également tenté de déterminer l'incertitude des estimations.
- Une enquête révèle que la population préférerait que l'énergie géothermique profonde soit exploitée dans des régions reculées, car les séismes susceptibles de se produire pendant le forage risquent de conduire à un rejet de la technologie.
- Les données quantitatives sont utiles dans la communication des risques, mais les incertitudes troublent la population et conduisent au rejet.

Toute technologie présente certains risques. Cela vaut également pour l'énergie hydroélectrique et la géothermie, deux types d'énergies renouvelables qui jouent un rôle important dans la Stratégie énergétique 2050. Ainsi, les projets pilotes de production d'énergie géothermique profonde à Bâle et à Saint-Gall ont dû être interrompus après que des forages et des injections d'eau eurent provoqué des tremblements de terre. Les lacs de retenue présentent eux aussi des incertitudes, notamment quant aux facteurs qui augmentent le risque de rupture d'un barrage. C'est pourquoi les chercheurs de l'ETH Zurich ont mis au point de nouvelles méthodes d'évaluation des risques liés aux différentes technologies.



## Séismes liés à la géothermie

Un premier sous-projet a été consacré aux tremblements de terre générés artificiellement dans le cadre de projets géothermiques. Se basant sur les données d'un capteur qui mesure les secousses à 2,7 kilomètres de profondeur dans le puits de forage de Bâle, les chercheurs ont établi un catalogue sismique de plus de 280 000 secousses sur douze ans, allant du choc imperceptible jusqu'au séisme de magnitude trois sur l'échelle ouverte de Richter.

Les secousses mesurées ont ensuite été assignées à différentes classes moyennant des méthodes d'apprentissage automatique, ce que permet dorénavant de trier en temps réel et par type les nouvelles secousses, et de mieux distinguer les signes susceptibles d'annoncer des tremblements de terre dangereux.

## Dommages causés par des microséismes

Il existe déjà des modèles mathématiques permettant de prédire les dommages causés par les tremblements de terre, mais ils ne fonctionnent de façon fiable que pour les séismes de magnitude importante. Les dommages causés par ce que l'on appelle les microséismes, tels que ceux causés par les injections d'eau dans la roche profonde, étaient jusqu'à présent difficiles à prédire. Les scientifiques ont donc réalisé des expériences en laboratoire avec des murs en crépi, dépourvus de ferrailage. Moyennant un appareil d'essai, ils ont secoué les murs faiblement et longuement, afin d'imiter les conditions auxquelles on peut s'attendre lors de séismes artificiels. Les dommages observés ont été classés en trois types différents : absence de fissures, fissures visibles et chute de crépi. Les paramètres des secousses expérimentales étant connus avec précision, il sera dorénavant possible d'estimer les dommages potentiels des microséismes enregistrés. Ce système facilitera également l'évaluation des risques de projets géothermiques dans les zones résidentielles.

## Dommages causés par des séismes majeurs

En cas de séisme majeur, il est impératif que l'infrastructure, particulièrement le réseau électrique, subisse le moins de dommages possibles. Une nouvelle méthode de simulation permet d'optimiser la stabilité des systèmes. Le programme simule non seulement l'énergie électrique encore disponible à la suite d'un séisme, mais aussi la consommation anticipée, ce qui permet aux planificateurs et aux autorités de tester et d'optimiser la fiabilité de nouveaux réseaux électriques et d'infrastructures existantes.



## Optimisation par la modélisation du vent

La Stratégie énergétique 2050 prévoit de développer la production d'électricité à partir de l'énergie éolienne. Mais où se trouvent les emplacements idéaux ? Et quelle doit être la performance des turbines ? Des analyses statistiques indiquent que le vent souffle plus fort en hiver et que sa vitesse augmente avec l'altitude. Bien que l'altitude raréfie l'air, il vaut donc la peine de construire des parcs éoliens en montagne. Selon les calculs des chercheurs, l'énergie éolienne de six térawattheures par an visée dans la Stratégie énergétique 2050 nécessite une puissance installée de 2508 mégawatts. Les turbines les plus puissantes de Suisse présentant une puissance d'environ 3 mégawatts, il faudrait donc environ 800 turbines pour atteindre cet objectif.

## Lacs d'accumulation et ruptures de barrages

Quels sont les facteurs augmentant le risque de rupture d'un barrage ? Une manière de les identifier est d'examiner systématiquement les incidents du passé. Pour ce faire, les chercheurs se sont servis d'une base de données internationale répertoriant les accidents du secteur de l'énergie. Les analyses ont mis en relation les caractéristiques du barrage, telles que la hauteur ou le type de construction, et la fréquence des incidents. À titre d'exemple, les barrages gravitaires situés dans les pays non membres de l'OCDE présentent un risque plus élevé d'incidents que ceux des pays membres de l'OCDE. En revanche, il n'y a pas de différence entre les différents groupes de pays en ce qui concerne les barrages-voûtes.

L'évaluation statistique des données a servi de base à un modèle de rupture de barrage spécialement conçu pour la Suisse. Ce modèle permet désormais de calculer le risque de rupture des barrages helvétiques et, en particulier, d'évaluer les répercussions dans la zone située en aval de ces sites. Il est évident que de telles prédictions sont sujettes à des incertitudes, mais les chercheurs sont désormais en état de les quantifier.



## Glissements de terrain

Le déversement non contrôlé d'eau en aval d'un barrage n'est pas forcément dû à la rupture de la structure. Un glissement de terrain ou une chute de pierres peut aussi provoquer une vague qui fait déborder le lac de retenue. C'est précisément ce qui s'est produit en 1963 au niveau du barrage de Vajont dans le nord-est de l'Italie, où de gigantesques masses de pierres sont tombées dans le lac, provoquant une vague qui a passé par-dessus le barrage et tué en aval environ 2000 personnes – le bilan exact reste confus.

Afin de quantifier la probabilité et l'ampleur des glissements de terrain et des coulées de boue dans les Alpes, les chercheurs ont créé un nouveau modèle informatique qui leur permet de calculer la fréquence et la taille des coulées de boue. Ils ont d'une part comparé leurs résultats avec les informations provenant d'un ensemble mondial de données sur les glissements de terrain. Et ils ont d'autre part appliqué leur modèle à l'Ilgraben, un ravin situé en Valais. Il s'est avéré que leurs résultats concordent avec les calculs effectués précédemment par d'autres chercheurs.

### video





## Communication des risques à la population

L'évaluation des risques ne profite pas qu'aux planificateurs et autorités. La population est également un acteur important qui, dans de nombreux cas, doit d'abord approuver les projets. L'approbation par la population dépend non seulement de son opinion de base, mais aussi des informations fournies. En ce qui concerne la communication des risques, la population privilégie les informations quantitatives et surtout une comparaison des risques associés à différentes variantes. Toutefois, l'enquête a démontré qu'une communication concomitante des incertitudes réduit la confiance accordée aux scientifiques et à leurs informations.

Dans le cadre de leur enquête, les chercheurs ont également posé des questions se rapportant spécifiquement à la géothermie profonde. Dans l'ensemble, la population helvétique y est favorable, même si des séismes artificiels sont susceptibles de se produire. Les répondants en infèrent que l'énergie géothermique devrait de préférence être exploitée dans les zones rurales, aussi éloignées que possible des zones résidentielles.



## Produkte aus diesem Projekt

- Seismic Resilience of Water Distribution and Cellular Communication Systems after the 2015 Gorkha Earthquake  
Date de publication: 19.06.19
- A compositional demand/supply framework to quantify the resilience of civil infrastructure systems (Re-CoDeS)  
Date de publication: 19.06.19
- Improving Post-Earthquake Building Safety Evaluation using the 2015 Gorkha, Nepal, Earthquake Rapid Visual Damage Assessment Data  
Date de publication: 19.06.19
- Interplay between photovoltaic, wind energy and storage hydropower in a fully renewable Switzerland  
Date de publication: 19.06.19
- Origin of the power-law exponent in the landslide frequency-size distribution  
Date de publication: 19.06.19
- Potential contributions of wind power to a stable and highly renewable Swiss power supply  
Date de publication: 19.06.19
- Reliable Averages and Risky Extremes – Analysis of Spatio-temporal Variability in solar Irradiance and Persistent Cloud Cover Patterns Over Switzerland  
Date de publication: 19.06.19
- Application of a Bayesian hierarchical modeling for risk assessment of accidents at hydropower dams  
Date de publication: 19.06.19
- Communicating Low- Probability High-Consequence Risk, Uncertainty and Expert Confidence : Induced Seismicity of Deep Geothermal Energy and Shale Gas  
Communicating LPHC Risk, Uncertainty and Expert Confidence  
Date de publication: 19.06.19
- Charting the course : A possible route to a fully renewable Swiss power system  
Date de publication: 19.06.19
- Vulnerability of the Nepalese Building Stock during the 2015 Gorkha Earthquake  
Date de publication: 19.06.19





**Energie**

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

## Team & Kontakt

Prof. Dr. Stefan Wiemer

Departement Erdwissenschaften ETH Zürich

Sonneggstrasse 5

NO H 61

8092 Zürich

+41 44 633 38 57

[stefan.wiemer@sed.ethz.ch](mailto:stefan.wiemer@sed.ethz.ch)



Stefan Wiemer

Le contenu de ce site représente l'état des connaissances au 12.06.2019.