



# Risques, potentiels et opportunités liés à la fracturation hydraulique (fracking)

*Evaluation et actions recommandées par la Commission fédérale de géologie CFG*

## Table des matières

Introduction	1
Aspects techniques du fracking	2
Risques liés au fracking	2
Pollution des eaux	3
Tremblements de terre	4
Gaz à effet de serre	4
Opportunités (aspect économique et enrichissement des connaissances)	4
Aspects socio-culturels	5
Potentiel	6
Lacunes dans les connaissances et la législation	6
Evaluation	6
Recommandations	7
Bibliographie pour en savoir plus	8

## Introduction

Des procédés visant à augmenter la perméabilité de formations géologiques sont mis en œuvre pour extraire du gaz naturel et du pétrole et pour exploiter l'énergie géothermique présente dans le sous-sol. La roche est fracturée en injectant de l'eau, des produits chimiques et des substances minérales sous haute pression. C'est pourquoi cette méthode est nommée « fracturation hydraulique » ou « fracking ». Le fracking est une technique et non une matière première. Il est appliqué depuis les années 1960 dans l'industrie pétrolière et gazière. La population, la sphère politique et les milieux professionnels évaluent différemment les opportunités et les risques liés au fracking.

En réaction au projet de recommandations de la Commission fédérale de géologie (CFG) concernant l'utilisation du sous-sol profond (la version finale date du 22 janvier 2014), les

cantons et les institutions concernées ont souhaité, durant l'été 2013, que les opportunités et les risques liés au fracking fassent l'objet de recommandations claires émanant d'une institution économiquement et politiquement indépendante. La CFG a donc décidé, lors de sa 59<sup>e</sup> séance du 13 novembre 2013, de s'informer aussi exhaustivement que possible à ce sujet, puis de remettre un rapport comprenant des recommandations appropriées au Conseil fédéral et à l'Administration fédérale. Elle a pris cette décision en vertu d'une de ses tâches qui consiste à seconder le Conseil fédéral et les départements fédéraux à propos des questions fondamentales ayant trait à la géologie.

La présente évaluation s'est notamment fondée sur un symposium intitulé « énergie du sous-sol: who cares ? » qui s'est tenu le 7 octobre 2014. Il a été organisé sous l'égide du Service géologique national (SGN) avec le soutien de l'Association suisse des géologues (CHGEOL), de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) et de l'Association suisse des géoscientifiques de l'énergie (SASEG). Des experts de l'industrie gazière, du domaine de la géothermie et du secteur des assurances ainsi que des scientifiques critiques y ont parlé des techniques, des potentiels, des opportunités et des risques liés à la fracturation hydraulique.

## **Aspects techniques du fracking**

Le principe du fracking consiste à injecter de l'eau sous haute pression dans des formations rocheuses profondes, en empruntant des trous de forage ou plus précisément des trains de tiges, afin de créer des fissures ou de développer celles qui existent déjà. On peut ensuite retirer du gaz et du pétrole ou de l'eau chaude des zones ainsi fracturées.

Pour éviter que les fissures générées se referment, on introduit encore des grains de sable ou de céramique (« proppants »), selon le forage. Ce procédé requiert des additifs chimiques, tels que substances stabilisatrices, biocides, agents gélifiants, réticulants ou conservateurs, ajoutés à l'eau dans une proportion de l'ordre de 1 %.

L'ouverture des roches cristallines en vue d'y prélever de l'eau chaude nécessite tout au plus une faible quantité de produits chimiques, car l'eau et les proppants suffisent généralement. Mais on « stimule » souvent les couches calcaires avec de l'acide chlorhydrique pour mieux exploiter les aquifères profonds qu'elles renferment. L'acide injecté agrandit les pores de la roche, puis il est neutralisé par réaction avec le calcaire. Cette stimulation est surtout appliquée dans le domaine de la géothermie hydrothermale.

L'industrie spécialisée s'efforce constamment d'améliorer la fracturation hydraulique de la roche au travers de forages, que ce soit pour extraire de l'eau chaude ou des hydrocarbures, et elle développe continuellement les techniques à cet effet. Le choix de la méthode dépend des caractéristiques géologiques du site. On distingue habituellement la fracturation hydraulique, la stimulation hydraulique et la fracturation chimique.

## **Risques liés au fracking**

La roche est fracturée par l'intermédiaire de forages profonds. Ils sont comparables aux autres installations industrielles par leur emprise au sol et leurs émissions. En sus des atteintes à l'environnement usuellement imputables à l'industrie (bruit, effluents gazeux, trafic,

consommation de terres agricoles, etc.), l'application du fracking doit dûment tenir compte des risques de pollution des eaux et de tremblement de terre (sismicité induite).

### **Pollution des eaux**

La protection des eaux souterraines est souvent opposée à la fracturation hydraulique. Il faut impérativement assurer la qualité de l'eau potable. Les eaux souterraines susceptibles d'être consommées se trouvent généralement dans des terrains meubles peu profonds. La surface des zones concernées est protégée. L'eau potable qui provient d'aquifères en rocher est tout aussi digne de protection.

Le sous-sol est généralement saturé en eau. Les pores et les cavités des roches souterraines en sont toujours remplis. Sa qualité dépend de sa circulation. Les eaux qui stagnent ou circulent lentement sont fortement minéralisées, la plupart du temps par du NaCl, si bien qu'elles sont généralement impropres à la consommation. Les aquifères très perméables sujets à une circulation intense peuvent contenir de l'eau potable même à grande profondeur. La perméabilité tend à diminuer de haut en bas dans les aquifères régionaux. L'eau salée étant plus dense que l'eau douce, on observe souvent une stratification, avec une eau d'autant plus minéralisée qu'elle est éloignée de la surface. Les forages profonds doivent donc absolument éviter tout court-circuit entre les eaux salines profondes et les aquifères potables.

On prévient généralement la pollution des eaux superficielles et proches de la surface en prenant diverses précautions. C'est ainsi que les sites de forage seront étanches et drainés en préservant l'environnement, alors que le tubage et la cimentation des trous de forage seront exécutés dans les règles de l'art.

Il faut accorder une attention particulière aux 200 à 500 mètres supérieurs, qui représentent la zone aquifère. L'étanchéité du tubage sera impérativement garantie pour empêcher toute contamination liée à l'usage de produits chimiques pouvant porter atteinte aux eaux. Les progrès technologiques apportent des solutions à ce problème. Il faut aussi capter, traiter et éliminer dans le respect de l'environnement les eaux polluées qui remontent en surface. En règle générale, on sait aussi prévenir les pollutions de bas en haut – entre les eaux salines des formations fracturées et les nappes phréatiques ou les eaux superficielles. Il faut faire particulièrement attention lorsqu'on prévoit un sondage géothermique à proximité d'une exploitation d'eau minérale ou thermale.

L'eau injectée dans les roches cristallines pour les fracturer par stimulation hydraulique dans un but géothermique contient peu d'additifs chimiques, voire pas du tout. Mais la géothermie profonde en roche sédimentaire recourt à des acides afin d'améliorer la perméabilité du réservoir et d'éliminer les néocristallisations.

Il n'y a pas de cavités vides dans le sous-sol profond. Elles sont remplies d'eau, de pétrole, de gaz ou d'un mélange de ces fluides (p. ex. forage profond réalisé à St-Gall). Cela s'applique notamment aux roches cristallines.

### **Tremblements de terre**

Toute modification de la pression interstitielle induit une modification des champs de contraintes dans la roche. Cela se produit à chaque intervention souterraine, telle que construction de tunnel ou de galerie, mine souterraine ou forage profond. L'augmentation de la pression interstitielle dans une roche sujette à des contraintes en abaisse la résistance au cisaillement, ce qui peut provoquer des ruptures spontanées se manifestant par des tremblements de terre.

Ces processus sont sciemment recherchés lors de la stimulation hydraulique dans les systèmes géothermiques pétrothermaux, car ils accroissent la perméabilité de la roche (p. ex. forage profond réalisé à Bâle). Mais ils peuvent aussi provoquer des secousses perceptibles. On distingue les tremblements de terre induits et déclenchés. Les séismes induits ont une force correspondant à la variation de contrainte occasionnée par l'injection de fluide. Leur occurrence peut être contrôlée en modifiant la pression générée par le pompage et le volume de fluide injecté. Par contre, les séismes déclenchés – par de petites variations spontanées des contraintes – ne peuvent être ni prévus précisément, ni contrôlés. Il est difficile d'évaluer à quel point des contraintes préexistantes, susceptibles de provoquer des ébranlements naturels, se relâcheront prématurément à cause de la stimulation hydraulique. Mais la région touchée et le moment approximatif de ces secousses est prédictible, ce qui n'est pas (encore) possible pour les tremblements de terre spontanés.

La pression interstitielle subit une forte augmentation locale lors de la fracturation hydraulique (fracking au sens propre), ce qui provoque l'apparition de fissures de traction, et de cisaillement dans une moindre mesure. Ce phénomène est limité localement, il génère peu de ruptures de contraintes dans la roche et il occasionne assez rarement des secousses perceptibles. Les argilites sont des formations rocheuses dotées d'une faible résistance interne, qui ne sont guère à même de dissiper d'importantes contraintes différentielles. Il en résulte que la probabilité d'occurrence d'un fort séisme est plus faible dans les argilites que dans les roches cristallines.

D'après les assureurs, il est difficile de couvrir les séismes induits, c'est pourquoi les primes afférentes sont élevées.

### **Gaz à effet de serre**

L'extraction de gaz naturel par fracking va prolonger l'ère des énergies fossiles, et par conséquent les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Mais le gaz naturel pourrait devenir assez concurrentiel pour supplanter partiellement la combustion de charbon, qui rejette encore plus de CO<sub>2</sub>. Il n'est pas possible à l'heure actuelle d'évaluer les rejets de CO<sub>2</sub> qui en résulteraient. En tout état de cause, la géothermie est susceptible d'induire une réduction substantielle des émissions de CO<sub>2</sub>.

### **Opportunités (aspect économique et enrichissement des connaissances)**

Le fracking, combiné avec la déviation des forages gaziers et pétroliers, a changé

fondamentalement la donne en matière de ressources et d'approvisionnement énergétique. C'est ainsi que le prix des hydrocarbures devrait encore baisser<sup>1</sup>. Il en résulterait une incitation moindre à réduire la consommation d'hydrocarbures dans les domaines des transports et de la production d'électricité, ce qui aurait pour conséquence une stagnation, si ce n'est une augmentation, des rejets de CO<sub>2</sub> dans un proche avenir.

Au vu de la densité de la population, des prescriptions en vigueur et du scepticisme qui touche déjà une partie du peuple suisse, les ressources en hydrocarbures éventuellement présentes dans le sous-sol helvétique ne seront guère commercialisées au cours des prochaines années. Mais les générations futures pourront les utiliser, si elles le souhaitent, en appliquant les technologies de leur temps.

L'extraction de l'énergie géothermique stimulée hydrauliquement n'est pas encore concurrentielle. Cette technologie doit encore être développée et il ne faut pas s'attendre à ce qu'elle entre dans les chiffres noirs à court ou à moyen terme sans une aide massive des pouvoirs publics. De plus, les conséquences à long terme du prélèvement de chaleur dans le sous-sol sont encore mal connues. Ce domaine a aussi un grand besoin de recherches. Mais la géothermie pourrait jouer un rôle important dans le tournant vers les énergies renouvelables, propres, auquel la Suisse aspire.

## Aspects socio-culturels

Le grand public connaît très peu la constitution et la composition du sous-sol. Il est au sens propre une *terra incognita* pour le plus grand nombre. L'exploitation de ses ressources dans un tel contexte suscite des questions légitimes. La crainte d'une pollution des eaux souterraines, d'une dégradation du milieu de vie ou d'un tremblement de terre doit être prise au sérieux. Il faut impérativement transmettre des informations aisément compréhensibles et assurer une communication transparente. Il sera difficile d'exploiter les ressources géothermiques si la population – directement concernée en particulier – n'est pas renseignée exhaustivement.

Le gaz naturel et le pétrole sont recherchés, extraits, acheminés et vendus par des multinationales. Il n'y a aucun protagoniste helvétique dans ce domaine. Les sociétés actives dans les matières premières à l'échelle mondiale qui ont leur siège en Suisse sont surtout attirées par une fiscalité favorable. Elles pratiquent essentiellement le négoce.

La population est mieux disposée vis-à-vis de la géothermie – source d'énergie propre et inépuisable – que de l'extraction de gaz ou de pétrole. Cette dernière serait peut-être mieux acceptée si elle était assurée par des sociétés majoritairement en mains suisses qui agiraient d'entente avec les communes et les cantons. Mais les tremblements de terre perceptibles qui risquent d'être engendrés par les deux technologies ont un effet dissuasif. C'est pourquoi les projets futurs devront impérativement faire l'objet d'une communication claire.

---

<sup>1</sup> Pic pétrolier contre disponibilité infinie de matières premières. Une discussion importante dont Julian L. Simon a coanimé les parties essentielles. [http://de.wikipedia.org/wiki/Julian\\_L.\\_Simon](http://de.wikipedia.org/wiki/Julian_L._Simon)

## Potentiel

Du gaz naturel est potentiellement présent dans les argilites, dans les couches contenant du charbon (principalement d'âge permo-carbonifère) et dans les gisements conventionnels. Mais la productivité et l'extension de ces occurrences sont largement méconnues – et donc très difficiles à estimer – en Suisse. On sait quand même au sujet des argilites que la matière organique qu'elles renferment n'a subi une maturation suffisante pour permettre l'extraction de gaz de schiste que dans la partie centrale et méridionale du bassin molassique.

Le potentiel offert par la géothermie pétrothermale, profonde, est très important, car la température de la roche croît avec la profondeur. Les meilleures connaissances dont nous disposons proviennent des investigations de la Nagra dans le cristallin du nord de la Suisse. Sinon, nous en savons encore moins sur la constitution et la perméabilité des roches cristallines que sur les propriétés des roches sédimentaires renfermant du gaz.

## Lacunes dans les connaissances et la législation

L'exploitation des gisements profonds de matières premières ne va pas sans une bonne connaissance des formations dans lesquelles ils se trouvent. Le sous-sol helvétique est certes bien étudié, mais à un niveau proche de la surface. Si la Suisse veut combler les importantes lacunes affectant ses connaissances en la matière pour atteindre le niveau d'autres pays très développés, elle doit consentir des efforts considérables sous la forme de campagnes de mesures sismiques, forages profonds et exploitations pilotes. Ces investigations ont été souhaitées dans la motion 11.3563 (Géothermie profonde. Reconnaissance géologique dans toute la Suisse), qui a été adoptée par le Parlement.

Pour être prêt à donner une réponse juridiquement appropriée aux futures demandes de fracking (que ce soit dans un but gazier ou géothermique), nous devons actualiser les prescriptions en vigueur dans toute la Suisse. La loi sur la protection des eaux (y compris son ordonnance d'application) et la loi sur la protection de l'environnement, en particulier, doivent être mises à jour de manière à ce que les cantons soient en mesure d'autoriser les opérations de fracking moyennant certaines conditions, surveillances et contrôles basés sur une législation récente.

## Evaluation

La Suisse est le château d'eau de l'Europe. Si une matière première minérale vient à se raréfier sans pouvoir être remplacée, c'est bien l'eau potable. Or il semble possible, au vu des connaissances techniques actuelles, d'empêcher dans une large mesure que les eaux soient polluées par le fracking. De plus, les additifs chimiques qu'il nécessite sont constamment développés pour amenuiser le danger qu'ils représentent. Mais la Suisse ne dispose pas encore d'un corpus de lois permettant d'évaluer et d'autoriser les projets de fracking d'une manière adéquate.

Nous avons en outre une compréhension lacunaire de notre sous-sol, si bien qu'il nous est impossible de prévoir le moment, l'intensité et l'emplacement exact des tremblements de terre. à Bâle, St-Gall et ailleurs, l'injection de liquide dans un trou de forage situé dans une zone tectoniquement active a libéré les contraintes qui y régnaient, ce qui a provoqué un ébranlement perceptible jusqu'à la surface. La surveillance de ces ouvrages a néanmoins permis de tirer des enseignements au sujet de l'incidence des cisaillements de la roche à grande profondeur et des possibilités de les contrôler. Le but des recherches consiste à développer des méthodes susceptibles de diminuer la probabilité d'occurrence d'une rupture de grande ampleur occasionnant des secousses perceptibles.

L'application stricte des prescriptions en vigueur, l'exécution de la législation fédéraliste sur l'utilisation du sous-sol et la crainte d'une atteinte durable de l'environnement devraient empêcher pour le moment toute exploration et production de gaz naturel ou de pétrole au prix du marché mondial. Mais ces ressources éventuelles restent sur place.

L'énergie géothermique bénéficie d'un important potentiel et son exploitation peut être bien acceptée si elle est réalisée en partenariat entre des investisseurs privés et publics. Mais il faut consacrer d'importants montants à l'investigation du sous-sol. La prospection et l'équipement qui s'ensuit pourraient coûter jusqu'à un milliard de francs. C'est pourquoi il semble indispensable que la Confédération et les cantons participent substantiellement à leur financement en accordant une aide de départ et une garantie contre les risques.

## Recommandations

1. Le fracking ou stimulation hydraulique est une technique. Les techniques ne doivent pas être interdites ni soumises à un moratoire.
2. La connaissance du sous-sol suisse est lacunaire. Seule l'étude de nouveaux affleurements, atteints par des forages profonds, permettra de progresser dans ce domaine. Cela requiert une aide financière de la Confédération. Des investigations géophysiques ainsi qu'une vingtaine de forages devraient être réalisés en étroite collaboration entre industriels, cantons et Confédération.
3. En lien avec l'exploration du sous-sol, il y a lieu de former davantage de spécialistes en Suisse. Cela nécessite en premier lieu des projets concrets, mais aussi des programmes de formation appropriés proposés dans les hautes écoles.
4. Le but principal de l'exploration consiste à estimer le potentiel offert par la géothermie profonde. La présence de terrains perméables, renfermant de l'eau, du pétrole ou du gaz, permet d'acquérir des connaissances au sujet d'autres matières premières. Leur exploitation éventuelle devra faire l'objet de décisions séparées.
5. Les lois sur la protection des eaux et sur la protection de l'environnement constituent de bonnes bases pour régir la géothermie et le fracking, mais elles doivent être adaptées pour inclure l'application des nouvelles technologies. Cela doit impérativement être fait avant d'explorer le sous-sol d'une manière systématique et contrôlée, puis de l'exploiter.
6. La gestion du territoire en profondeur doit tenir compte de ses utilisations potentielles.

- La révision de la loi sur l'aménagement du territoire (LAT), dans sa deuxième phase, devrait fournir les bases légales à cet effet.
7. La théorie des intérêts selon l'art. 667 CC devrait être modifiée en introduisant une règle qui réponde aux possibilités techniques et aux impératifs économiques actuels.
  8. La Confédération devrait élaborer un concept national d'appréciation des risques et d'indemnisation des dommages. Elle devrait aussi instaurer une unité spécialisée en géoressources dans le cadre des services fédéraux existants. La Confédération pourrait ainsi conseiller les cantons et les assister dans leurs tâches d'exécution de la loi s'ils le souhaitent.
  9. Il faut examiner l'introduction d'une réglementation nationale s'appliquant au sous-sol profond qui revêtirait la forme d'un article constitutionnel (portant sur l'exploitation de la géothermie et des eaux souterraines), tout en sachant que ce sont les cantons qui détiennent la souveraineté sur le sous-sol. Les ressources du sous-sol ignorent les limites communales, cantonales et nationales.
  10. L'utilisation du sous-sol requiert la confiance de la population. Pour l'acquérir, il est indiqué d'appliquer une stratégie d'information d'échelle nationale tenant compte des caractéristiques locales.

## Bibliographie pour en savoir plus

- Académies suisses des sciences (janvier 2014): Une technologie sous la loupe: le fracking. <http://www.proclim.ch/4dcgi/proclim/fr/Media?3143>
- Stefan Hirschberg, Stefan Wiemer, Peter Burgherr (éd.) (novembre 2014): étude TA-SWISS « Energy from the earth: Deep geothermal as a resource for the future? » <http://www.vdf.ethz.ch/vdf.asp?isbnNr=3654>
- Association pour le droit de l'environnement (ADE) (novembre 2014): Articles du séminaire d'été 2014 sur le thème « Exploitation du sous-sol – défis et mesures à prendre du point de vue juridique [http://www.vur-ade.ch/ade\\_association\\_pour\\_le\\_droit\\_de\\_environnement.php?t=Cahier%2Bactuel%2BDEP&read\\_category=39](http://www.vur-ade.ch/ade_association_pour_le_droit_de_environnement.php?t=Cahier%2Bactuel%2BDEP&read_category=39)
- « Energie du sous-sol : Who cares ? » Symposium Hydraulic Fracturing 2014. <http://www.chgeol.org/fr/activites/planification-souterraine/symposium-fracturation-hydraulique-2014/>