

# LE POINT SUR L'ÉNERGIE

DES FAITS POUR LA POLITIQUE ÉNERGETIQUE DE DEMAIN

## Dioxyde de carbone: éliminer le problème climatique en sous-sol?

**Malgré les mises en garde quant aux conséquences du changement climatique et les déclarations politiques, les émissions mondiales de dioxyde de carbone continuent d'augmenter. Principales responsables: les centrales à charbon et au gaz qui couvrent les besoins croissants en électricité. Serait-il possible de stocker durablement le CO<sub>2</sub> dans le sol au lieu de le relâcher dans l'atmosphère et de porter préjudice au climat? Le PSI a tenté de répondre à ces questions avec des partenaires de recherche nationaux\*.**

La production d'électricité par le biais de combustibles fossiles comme le charbon et le gaz naturel dégage d'importantes quantités de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère. Il en va de même avec les cimenteries et les aciéries. Conséquence: la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère augmente, entraînant un réchauffement global par effet de serre interposé. Capturer les émissions de CO<sub>2</sub> et les stocker dans le sous-sol profond pourraient constituer un antidote approprié. Ce procédé, appelé «CSC» (Capture et Stockage du Carbone) dans le jargon spécialisé, ne convient pas seulement aux nouvelles installations. Les centrales et les industries existantes peuvent aussi être équipées après coup.

Dans des pays comme la Chine et l'Inde, chaque semaine, au moins une nouvelle centrale à charbon est couplée au réseau. Et dans un futur proche, l'expansion du photovoltaïque, de l'énergie nucléaire, de l'éolien et de l'hydraulique ne suffira pas à couvrir de manière écologique cette croissance fulgurante de la demande en électricité. Le CSC est donc un «must» si l'on veut parvenir à limiter le réchauffement global à 2°C maximum. La Suisse serait, elle aussi, susceptible d'en profiter: les centrales à gaz avec CSC pourraient représenter une source d'énergie peu émettrice de CO<sub>2</sub>.

Mais le CSC n'est pas gratuit. Il entraîne une consommation accrue de ressources fossiles, une nette augmentation des coûts de l'électricité et ne serait rentable que si les émetteurs de CO<sub>2</sub> payent suffisamment. Une autre grande question reste ouverte: où et comment stocker d'importantes quantités de CO<sub>2</sub> de manière sûre et durable?

\* Projet de recherche «CARMA»: <http://www.carma.ethz.ch/>

### EN ANNEXE

#### Contenu:

- 2 Principes de base:  
**CSC: où et comment?**
- 3 Impact:  
**CSC: coûts et bénéfices**
- 4 Perspectives:  
**Le CSC dans le futur bouquet énergétique**
- 5/6 Entretien avec M. Mazzotti et M. Repmann:  
**«Le CSC et les énergies renouvelables devront apporter une contribution»**

# CSC: où et comment?

**Entreposer le CO<sub>2</sub> dans le sol de manière permanente au lieu de le laisser s'échapper dans l'atmosphère: cette solution au problème climatique semble élégante. Mais comment fonctionnent la capture et le stockage de CO<sub>2</sub>, et où cette idée pourrait-elle devenir réalité?**

Aujourd'hui, près de la moitié des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> provient des centrales à charbon, au gaz et au pétrole, ainsi que de l'industrie de l'acier et du ciment. Ce sont précisément ces importantes «sources ponctuelles» qui se prêtent particulièrement bien au filtrage du CO<sub>2</sub> des gaz qu'elles rejettent. Différents procédés permettent cette séparation avant la combustion («précombustion») ou après («oxycombustion», ou bien «postcombustion», procédé utilisé actuellement). Le CO<sub>2</sub> est ensuite densifié, acheminé de préférence par pipeline et injecté dans une trappe géologique adéquate. Les gisements de charbon non utilisables, les champs gaziers et pétroliers épuisés ou encore les aquifères salins («saline aquifère», voir Figure 1) sont susceptibles d'être utilisés pour stocker le CO<sub>2</sub> de manière permanente. Les aquifères salins sont des couches de roches sédimentaires poreuses renfermant de l'eau salée; ils présentent le plus important potentiel de stockage. S'ils se trouvent à une profondeur de plus de 800 mètres, sous une roche imperméable, des processus physiques et géochimiques empêchent le CO<sub>2</sub> de s'échapper vers la surface et finissent par le transformer en roche carbonatée.

### Grand réservoir, grande incertitude

Il est difficile d'estimer les quantités de CO<sub>2</sub> que ce procédé permettrait de mettre hors d'état de nuire. On part du

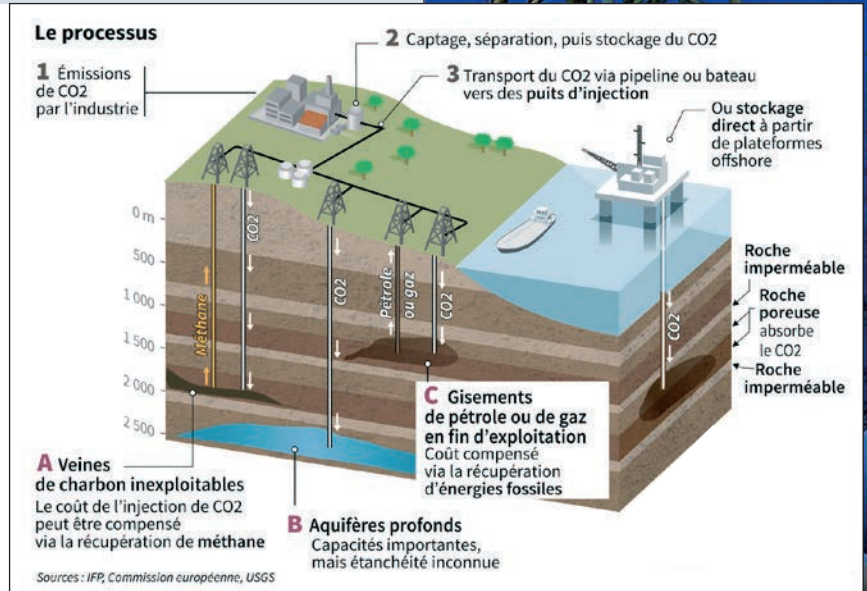


Figure 1: Principes de fonctionnement de capture et stockage du CO<sub>2</sub>.

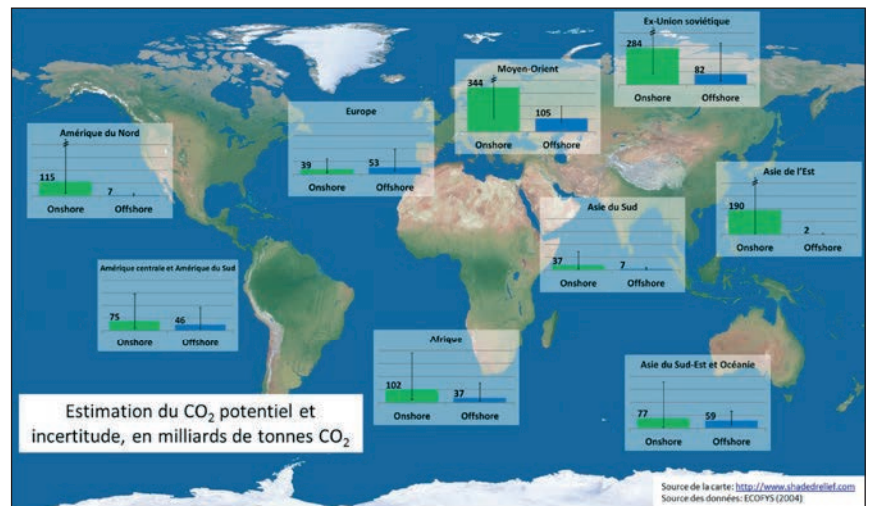


Figure 2: Estimation des quantités de CO<sub>2</sub> (milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>) susceptibles d'être stockées dans les formations géologiques des différentes régions du monde. Les barres verticales à côté des chiffres indiquent le degré d'incertitude des estimations. En comparaison, les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur électrique et industriel avoisinent les 20 milliards de tonnes par an.

principe qu'il existe suffisamment de formations géologiques qui se prêteraient à la séquestration des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> durant plusieurs décennies. Le potentiel le plus important est censé se trouver en Asie et au Moyen-Orient (voir Figure 2).

En Suisse, le CSC serait intéressant actuellement pour les cimenteries. Et à l'avenir également pour les centrales au gaz naturel, si ces dernières devaient

contribuer à l'approvisionnement en électricité. Le CO<sub>2</sub> capturé devrait être stocké sur le territoire suisse. En termes géologiques, le plateau situé entre Fribourg et Baden semble être le plus approprié (voir Figure 3), même si le potentiel de stockage exact n'est pas encore connu. Cependant une estimation actuelle indique qu'en Suisse aussi, l'espace de stockage serait suffisant pour de nombreuses décennies d'émissions.

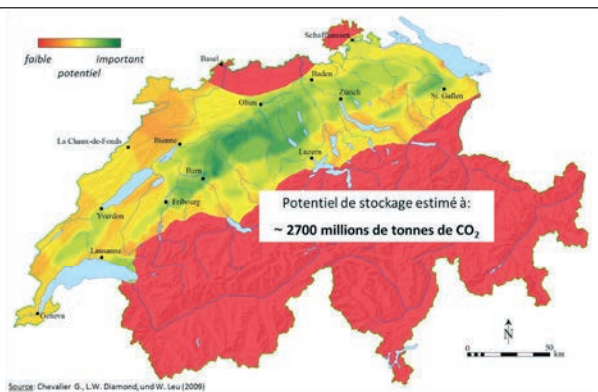


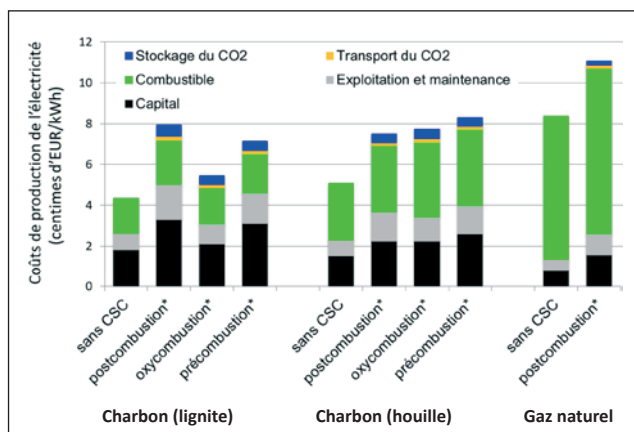
Figure 3: Estimation du potentiel de stockage géologique du CO<sub>2</sub> dans le sous-sol suisse. Les zones en vert sont celles qui présentent les meilleures conditions et les zones en rouge celles qui sont inadéquates pour le stockage. Les émissions de CO<sub>2</sub> en Suisse représentent un total d'environ 43 millions de tonnes par année.

# CSC: coûts et bénéfices

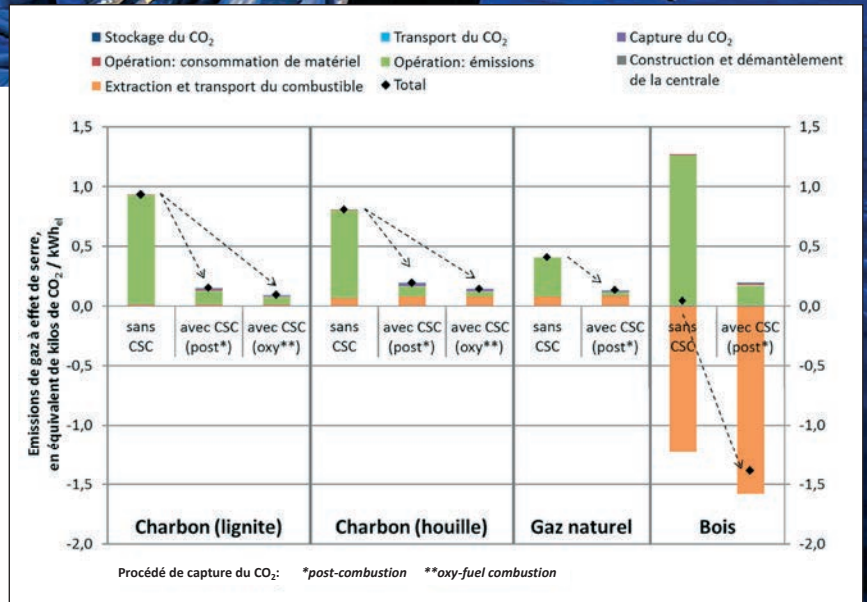
**Le CSC ne permet pas d'éliminer complètement les émissions de CO<sub>2</sub>, mais le bénéfice pour le climat est évident même lorsque l'on considère le bilan écologique global. Cependant, tout cela a un prix.**

Le CSC permet de filtrer les gaz d'échappement d'une centrale, en éliminant environ 90 % du CO<sub>2</sub> généré par la combustion du charbon ou du gaz. Cette réduction est un peu plus faible sur l'ensemble de la chaîne énergétique, de l'extraction du combustible à l'élimination des déchets. Pourtant, elle se situe toujours entre 70 % et 90 % (voir Figure 4). Les émissions de gaz à effet de serre par les centrales à charbon ou au gaz avec CSC représentent l'équivalent de 100 à 200 g de CO<sub>2</sub> par kWh d'électricité. Cette électricité engendre donc plus d'émissions que l'électricité d'origine renouvelable ou nucléaire, mais elle peut cependant contribuer à un mix écologique d'électricité. Les centrales au bois avec CSC peuvent même présenter des émissions de CO<sub>2</sub> négatives – à condition que la quantité de biomasse régénérée soit équivalente aux quantités consommées – car le bois des arbres absorbe durablement une partie du CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère. Le CO<sub>2</sub> émis lors de la combustion du bois est ainsi durablement éliminé de l'atmosphère et donc du cycle du carbone, ce qui est comptabilisé en tant qu'émissions négatives.

Comme la capture du CO<sub>2</sub> nécessite de l'énergie, les centrales avec CSC consomment près d'un quart de combustible en plus. En conséquence, les pollutions environnementales liées à l'extraction du charbon et du gaz augmentent par rapport aux centrales sans CSC. Mais l'influence sur le bilan climatique reste faible.



**Figure 5:** Prix de l'électricité produite par des centrales à charbon et au gaz avec CSC. \* type de procédé utilisé pour la capture du CO<sub>2</sub>. Source: PSI, 2012.



**Figure 4:** Emissions de gaz à effet de serre par kilowattheure d'électricité produite par des centrales avec et sans CSC. Les émissions de CO<sub>2</sub> issues de la combustion du charbon, du gaz et du bois dominant le bilan. Pour les centrales à bois, la capture du CO<sub>2</sub> lors de la croissance des arbres est comptabilisée comme émission négative. Source: PSI, 2013.

## Coûts

40 % à 90 % de plus: c'est ce que coûterait l'électricité produite par des centrales à charbon et au gaz avec CSC (voir Figure 5), car ces centrales sont chères et leur exploitation nécessite davantage de charbon et de gaz. A priori les coûts additionnels semblent élevés. Mais uniquement parce qu'aujourd'hui le CO<sub>2</sub> est relâché presque gratuitement dans l'atmosphère. Si les émissions de CO<sub>2</sub> faisaient l'objet d'une taxe reflétant les conséquences possibles du changement climatique, le CSC serait florissant. A partir d'un prix d'environ 50 € la tonne

de CO<sub>2</sub>, le CSC est rentable pour les centrales à charbon; pour les centrales au gaz, il l'est dès 100 € la tonne. Des montants dont on est encore très loin aujourd'hui: dans l'UE, le prix du CO<sub>2</sub> est de moins de 10 € la tonne. La production d'électricité peu émettrice de CO<sub>2</sub> issue de centrales avec CSC serait aussi coûteuse que l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables meilleur marché.

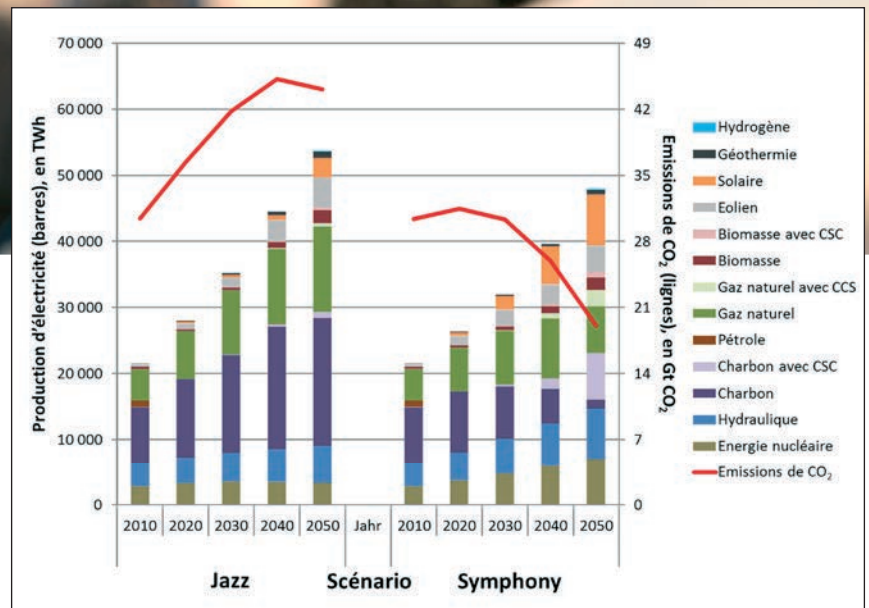
## Risques et perception du public

Le principe de stockage souterrain du CO<sub>2</sub> suscite majoritairement des craintes. Les projets pilotes en Europe se heurtent parfois à un profond rejet. Pourtant, les risques du CSC sont comparables à ceux de l'industrie gazière. Comme l'a montré le projet de recherche de stockage du CO<sub>2</sub> à Ketzin, près de Berlin, il est décisif de bien choisir le site géologique de séquestration et de le surveiller. Il faut s'assurer à long terme, par des mesures continues, que d'éventuelles fuites de CO<sub>2</sub> et pollutions des réservoirs d'eau potable puissent être immédiatement identifiées et stoppées afin de minimiser les risques pour l'environnement local et la santé.

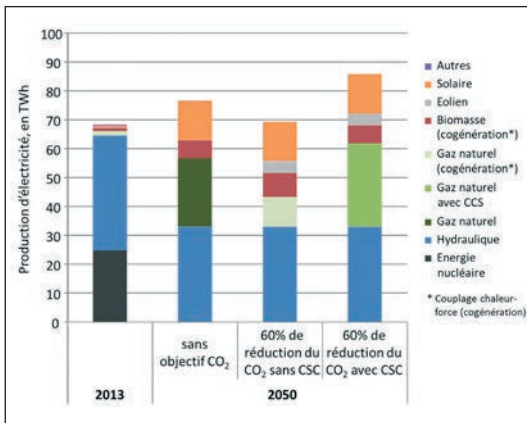
# Le CSC dans le futur bouquet énergétique

**L’approvisionnement énergétique écologique nécessitera toujours plus de technologies peu émettrices de CO<sub>2</sub>. Est-ce utile de miser sur le CSC? Ou les énergies renouvelables et les mesures d’efficacité sont-elles suffisantes?**

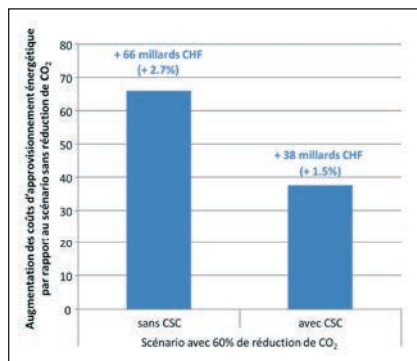
Si la Suisse veut pouvoir apporter sa contribution à l’objectif international des 2°C, elle doit abaisser ses émissions de CO<sub>2</sub> d’au moins 60 % d’ici 2050. Cet objectif peut être atteint par différents biais. Notamment en combinant meilleure efficacité énergétique et énergies renouvelables, car le potentiel d’expansion de l’énergie hydraulique, solaire et éolienne est limité. Disposer de centrales au gaz avec CSC peu émettrices de CO<sub>2</sub> permet d’abaisser plus efficacement les émissions des ménages et du



**Figure 8:** Approvisionnement en électricité et émissions de CO<sub>2</sub> issues de l’approvisionnement énergétique mondial, suivant les deux scénarios «Jazz» (orienté marché) et «Symphony» (orienté régulation). Tiré du Point sur l’énergie N° 22. Source: PSI, 2013



**Figure 6:** Production d’électricité en 2013 et en 2050 en Suisse pour différents scénarios, avec ou sans objectif de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. A l’avenir, les centrales au gaz naturel avec CSC (en vert dans la barre de droite) pourraient apporter une contribution importante à un approvisionnement écologique en électricité. Source: BFE; PSI, 2013



**Figure 7:** Visualisation de l’augmentation des coûts de l’approvisionnement énergétique en Suisse avec une réduction de 60% des émissions de CO<sub>2</sub> d’ici 2050. Source: PSI, 2013.

Source: PSI, 2013.

trafic. Par exemple en remplaçant les chauffages à mazout par des pompes à chaleur et en recourant à la mobilité électrique, ce que montrent les scénarios énergétiques actuels du PSI (voir Figure 6).

## Coûts en Suisse

Une réduction nette des émissions de CO<sub>2</sub> en Suisse induit forcément un renchérissement de notre approvisionnement énergétique (voir Figure 7). Toutefois, avec des centrales au gaz avec CSC ces coûts seront moindres. Sans CSC, une réduction de 60% des émissions de CO<sub>2</sub> d’ici 2050 coûte à peu près 50% de plus qu’avec des centrales au gaz avec CSC (+66 milliards de francs au lieu de +38 milliards de francs). En effet, grâce au supplément d’électricité issu des centrales avec CSC, les mesures onéreuses d’efficacité énergétique et l’électricité coûteuse issue des énergies renouvelables ne seraient pas nécessaires. Une réduction beaucoup plus importante des émissions de CO<sub>2</sub> serait nettement plus chère.

## Perspective mondiale

Le CSC revêt une importance encore plus grande dans d’autres pays que la Suisse. En Chine et en Inde, la consommation d’électricité augmente rapidement et ne pourra pas être couverte sans nouvelles centrales à charbon et au gaz. L’indépendance par rapport aux importations d’énergie joue aussi en faveur de l’extraction locale du charbon. Le besoin en acier et en ciment va s’accroître dans le monde entier. La comparaison

des scénarios «Jazz» et «Symphony» du PSI et du Conseil mondial de l’énergie CEM (voir Le point sur l’énergie N° 22) montre que dans le scénario «Symphony» visant la protection du climat, le couplage des énergies renouvelables aux centrales à charbon et au gaz avec CSC pourrait contribuer à une réduction massive des émissions de CO<sub>2</sub> (voir Figure 8). Là encore, il serait clairement plus difficile et onéreux d’abaisser les émissions globales de CO<sub>2</sub> et de réduire le réchauffement climatique à un niveau supportable sans CSC.

La recherche actuelle du PSI ne se concentre pas sur le stockage, mais sur l’utilisation du CO<sub>2</sub>.

L’électricité d’origine photovoltaïque et éolienne censée se substituer aux énergies fossiles pour protéger le climat n’est pas régulièrement disponible. Si la production d’électricité dépasse la consommation, il faut pouvoir stocker l’excédent ou le convertir en d’autres vecteurs énergétiques. C’est là qu’interviennent les procédés «power to gas»: l’électricité est utilisée pour produire de l’hydrogène par électrolyse. Cet hydrogène est ensuite lié au CO<sub>2</sub> issu de centrales ou de cimenteries. Le méthane ainsi produit peut être stocké, distribué et converti à tout moment en électricité, ou être utilisé dans les moteurs à combustion pour le transport. Cela permet de réduire la consommation de combustibles et de carburants fossiles, mais aussi les émissions de CO<sub>2</sub>.

# Le CSC et les énergies renouvelables

## devront apporter leur contribution

### Quel est le concept de capture et stockage du CO<sub>2</sub> («CSC» pour Capture et Stockage du Carbone)?

**M. Mazzotti:** Dans une centrale, on brûle des énergies fossiles pour produire de l'électricité et de la chaleur. Cela génère d'importantes quantités de CO<sub>2</sub>, un gaz à effet de serre que l'on relâche dans l'atmosphère en dépit de sa nocivité pour le climat. Or il existe une technologie qui permettrait d'extraire ce CO<sub>2</sub> des gaz rejetés par les centrales, de le densifier et de le stocker dans le sous-sol profond. Ce stockage peut être réalisé dans certaines couches géologiques poreuses remplies d'eau salée et recouvertes d'une roche couverture étanche. Il en existe partout à travers le monde et elles fonctionnent exactement comme les gisements de pétrole ou de gaz.

### Beaucoup de gens trouvent inquiétante ou risquée l'idée de faire disparaître le CO<sub>2</sub> dans le sol. Des considérations infondées?

**M. Repmann:** Le fait que nous trouvions aujourd'hui des énergies fossiles dans le sous-sol nous montre que la géologie met à disposition des structures où des fluides légers comme le pétrole, le gaz naturel ou le CO<sub>2</sub> densifié peuvent rester enfermés pendant plusieurs mil-

«Aujourd'hui, personne encore ne se sent directement affecté par le changement climatique»

lions d'années. Par ailleurs, dans le cas du CO<sub>2</sub>, certains processus physiques et chimiques font que plus il reste dans le sous-sol, plus la longévité du stockage augmente. Un exemple: avec le temps, le CO<sub>2</sub> se dissout dans l'eau salée et augmente la densité de cette dernière; l'eau salée enrichie en CO<sub>2</sub> s'enfonce donc plus profondément et il n'y a plus besoin de couche couverture étanche. Encore



**Marco Mazzotti** est professeur à l'Institut de technologie des procédés de l'ETH Zurich et préside l'Energy Science Center de l'ETH. Depuis de nombreuses années, son travail de recherche

porte sur la capture et le stockage du CO<sub>2</sub>. Il a dirigé le projet CARMA et signé en 2005 déjà le rapport du GIEC sur le CSC.



**Mischa Repmann** est collaborateur à l'Institut de technologie des procédés de l'ETH Zurich. Ses travaux de recherche concernent la capture et le stockage du CO<sub>2</sub> par proces-

sus de minéralisation. Ces travaux s'inscrivent dans le prolongement de sa thèse de doctorat qu'il a soutenue en 2014.

un exemple: le CO<sub>2</sub> forme de l'acide carbonique dans l'eau salée, comme dans l'eau minérale. L'acide carbonique réagit avec la roche de stockage et finit par former de la roche carbonatée. Ainsi, le CO<sub>2</sub> est fixé et lié de manière permanente sous forme de solide.

### Où en est la réalisation en pratique? Existe-t-il déjà des projets qui fonctionnent?

**M. Mazzotti:** Pour la capture du CO<sub>2</sub>, différentes technologies entrent en ligne de compte. L'industrie fait un usage commercial de certaines d'entre elles depuis des décennies. Le stockage géologique du CO<sub>2</sub>, lui, est moins avancé. Mais il existe des projets pilotes qui fonctionnent, par exemple chez nos voisins allemands et français. Certains projets commerciaux montrent qu'il peut être économiquement rentable de rediriger le CO<sub>2</sub> dans le sous-sol au lieu de le laisser s'échapper dans l'air. A l'instar de la plateforme norvégienne Sleipner: depuis 1996, on y capte et on y stocke chaque année un million de tonnes de CO<sub>2</sub> produit par l'extraction de gaz naturel pour éviter la taxe sur le CO<sub>2</sub>. Le projet du barrage Boundary au sud du Canada, démarré début octobre 2014, démontre pour la première fois toute la valeur de la chaîne de création CSC dans la production d'électricité: capture du CO<sub>2</sub> dans une centrale à charbon d'une puissance de 110 MW, transport du CO<sub>2</sub> par pipeline et stockage du CO<sub>2</sub> dans un gisement de pétrole épuisé.

### La plupart des experts s'accordent sur le fait que le CSC pourrait contribuer de manière essentielle aux objectifs de protection du climat. Pourquoi les choses n'avancent-elles pas plus vite?

**M. Repmann:** Selon l'industrie, le principal problème réside dans le manque de financement. Equiper une centrale pour le CSC, ou en construire une nouvelle et l'exploiter, entraîne des investissements considérables et des coûts d'exploitation plus élevés comparé à une centrale sans CSC. Des incitations politiques pourraient modifier la donne, comme des lois sur la protection de l'air ou une taxe sur le CO<sub>2</sub> adéquate. Le problème fondamental, c'est que le stockage du CO<sub>2</sub> ne remporte pas l'adhésion du public. Le CSC est une technologie nouvelle, et donc inconnue, sans «bénéfice» mesurable. Aujourd'hui, personne encore ne se sent directement affecté par le changement climatique. Pourquoi accepter qu'on stocke du CO<sub>2</sub> dans le sous-sol de votre terrain sans perspective d'avantage personnel?

### Que peuvent faire la recherche et la politique pour aider le CSC à percer?

**M. Mazzotti:** Nous autres chercheurs, nous pouvons contribuer en première ligne à mieux comprendre et à améliorer les différentes étapes de la technologie. En deuxième ligne, il nous incombe de communiquer les connaissances acquises à la population et aux politiques, dans un langage que les profanes comprennent. Le politique ne peut miser sur

des incitatifs durables que si la population adhère à la technologie et comprend ses forces, ses faiblesses et son bénéfice.

### Ne serait-ce pas plus utile d'investir dans le développement d'énergies renouvelables plutôt que de soutenir le CSC?

**M. Repmann:** En 2013, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> ont augmenté comme jamais au cours des dernières décennies; la Chine vient de dépasser la Suisse en termes d'émissions de CO<sub>2</sub> par personne; et des obstacles apparemment insurmontables empêchent la conclusion d'un accord qui succède à Kyoto... Toutes les possibilités de limiter les émissions de gaz à effet de serre seront nécessaires si l'on veut venir enfin à bout du problème du CO<sub>2</sub>. Le CSC et les énergies renouvelables devront apporter leur contribution. C'est ce que prédisent aussi tous les modèles de systèmes énergétiques, sans exception. Les centrales aux énergies fossiles qui sont construites aujourd'hui, dans les pays émergents et en développement, mais aussi en Occident, ont une durée de fonctionnement de 30 à 40 ans et personne ne les arrêtera volontairement avant le délai d'amortissement. Idem pour les aciéries et cimenteries: il est inévitable qu'elles génèrent d'importantes quantités de CO<sub>2</sub>. Ce n'est qu'en les équipant pour le CSC que nous pourrions réduire les émissions des infrastructures existantes.

### En Suisse, il n'y a pratiquement pas de grosse source de CO<sub>2</sub>. Pourquoi devrions-nous réfléchir à cette thématique?

**M. Mazzotti:** Les cinq plus grosses sources ponctuelles de CO<sub>2</sub> en Suisse sont précisément les cimenteries. Mais les développements pour la Stratégie énergétique 2050 sont encore plus importants. Si nous devons vraiment construire des centrales au gaz pour amortir la sortie du nucléaire avec une production locale, il faut aussi que les émissions de CO<sub>2</sub> de ces usines soient compensées intégralement, c'est-à-dire réduites ailleurs. Aujourd'hui déjà, les mesures nationales de compensation sont rares et onéreuses. Jusqu'ici, le sous-sol du Plateau a été étudié seule-

ment de manière théorique. Si nous pouvions montrer avec un essai pilote qu'il se prête au stockage du CO<sub>2</sub>, nous pourrions envisager le CSC comme méthode permettant d'éviter ces émissions. Les coûts seraient d'emblée calculables.

### Comment voyez-vous les perspectives d'avenir du CSC, en Suisse et dans le monde?

**M. Repmann:** Il est important de réaliser de nombreux projets dès que possible, afin que les développeurs, les exploitants, les législateurs et la population puissent accumuler des expériences et supporter les coûts. L'automne dernier, nous avons assisté à la plus grande conférence consacrée au CSC à Austin, au Texas. Nous avons vu que la recherche était mûre pour un transfert du travail en laboratoire et en projets de démonstration vers les grandes installations. Au pessimisme persistant que suscite le CSC chez les Européens s'oppose un optimisme manifeste en Amérique du Nord et en Chine. Ce sera dans ces régions que se décidera si l'implémentation sur le marché réussit, ou si l'hésita-

tion générale due à la crise économique de 2008–2009 persiste. Pour la Suisse, il est essentiel que nous lancions des essais pilotes et que nous quantifions plus précisément le potentiel de stockage pour que, le cas échéant, la population puisse décider si elle veut ou non des centrales au gaz avec CSC.

## Impressum

**Le point sur l'énergie** est la newsletter du PSI concernant l'évaluation globale des systèmes énergétiques (projet GaBE). Les contributions de la présente édition ont été assurées par Christian Bauer, Kathrin Volkart et Warren Schenler.

**ISSN-Nr.:** 1661-5131

**Tirage:** 5000 ex. en allemand, 3600 ex. en français, 350 Ex. en anglais  
Anciens numéros disponibles en Pdf (D, F, E):  
<https://www.psi.ch/media/energie-spiegel>

#### Responsable du contenu:

Paul Scherrer Institut  
Dr. Stefan Hirschberg  
5232 Villigen PSI, Suisse  
Tél. +41 56 310 29 56  
[stefan.hirschberg@psi.ch](mailto:stefan.hirschberg@psi.ch)  
<https://www.psi.ch/lea>

**Rédaction:** Christian Bauer

**Traduction:** Catherine Riva

**Distribution et souscriptions:**  
[energiespiegel@psi.ch](mailto:energiespiegel@psi.ch)

**Maquette:** Paul Scherrer Institut

#### Analyses des systèmes énergétiques au PSI:

L'objectif des analyses de systèmes énergétiques à l'Institut Paul Scherrer est de procéder à une évaluation globale et détaillée des

systèmes énergétiques d'aujourd'hui et de demain. Hormis les technologies, l'analyse s'articule autour de critères écologiques, économiques et sociaux. Il s'agit de comparer différents scénarios énergétiques afin d'offrir une base pour les décisions politiques, en considérant des analyses du cycle de vie (LCA), des modèles d'économie énergétique, des analyses de risques, des modèles de propagation des polluants et des analyses multicritères.

#### Collaborations avec:

ETH Zurich; EPF Lausanne; EMPA; Office fédéral de l'énergie (OFEN); swisselectric research; Conseil mondial de l'énergie (CEM); Massachusetts Institute of Technology (MIT); Union européenne (EU); Agence internationale de l'énergie (AIE)

#### Publications du PSI consacrées au CSC:

Giannoulakis S., Volkart K., Bauer C. (2014) Life cycle and cost assessment of mineral carbonation for carbon capture and storage in European power generation. *Int J of Greenhouse Gas Control*, 21, 140-157.  
Volkart K., Bauer C., Boulet C. (2013) Life cycle assessment of carbon capture and storage in power generation and industry in Europe. *Int J of Greenhouse Gas Control*, 16, 91-106.  
Weidmann N. (2013) Transformation strategies towards a sustainable Swiss energy system – An energy-economic scenario analysis. Thèse de doctorat N° 21137, ETH Zurich.