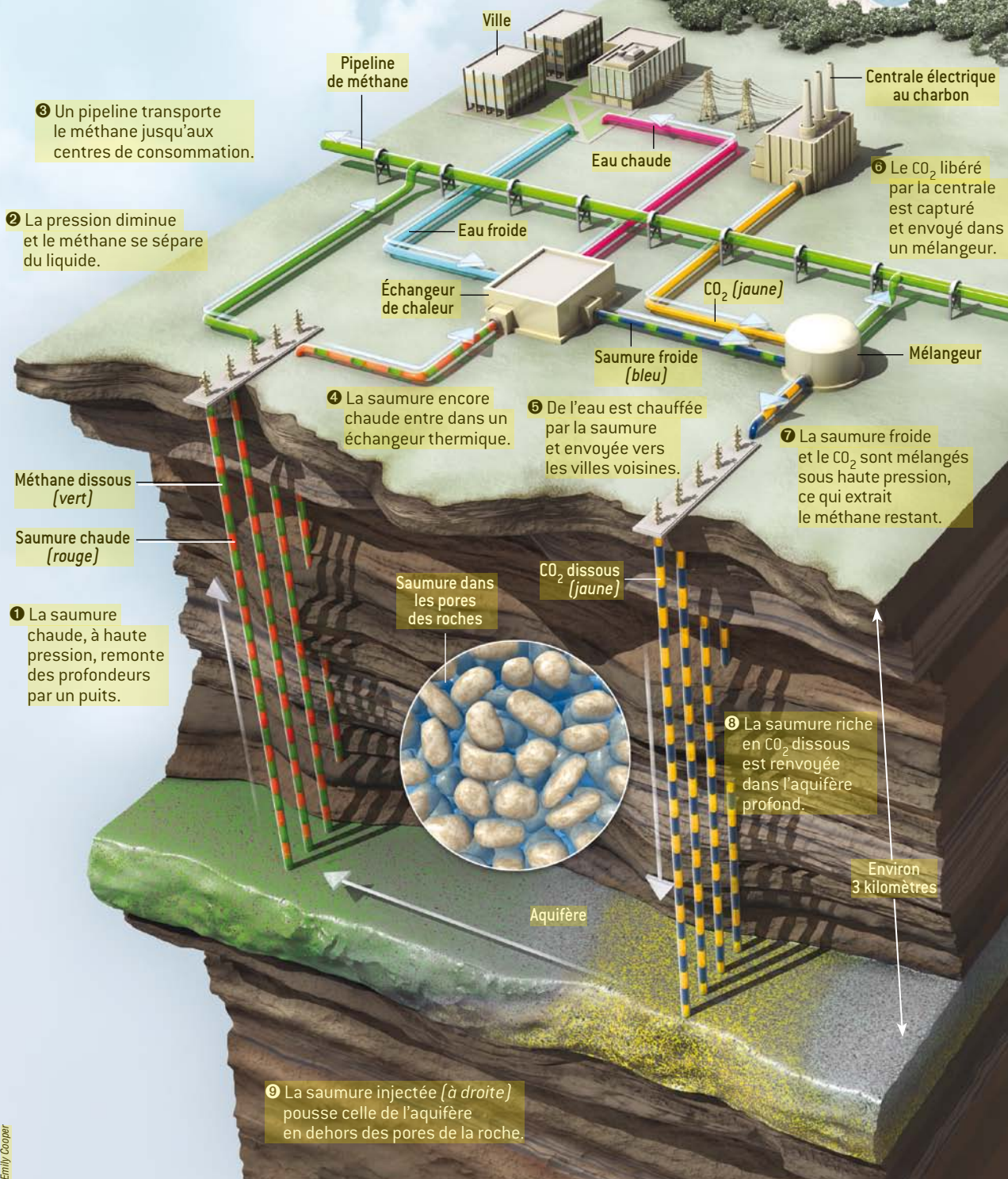


ENTERRER LE DIOXYDE DE CARBONE EN PRODUISANT DE L'ÉNERGIE

Le stockage de CO_2 dans le sous-sol pourrait limiter le réchauffement climatique, mais les procédés actuels sont coûteux. Une nouvelle méthode consisterait à dissoudre le CO_2 dans de la saumure chaude et riche en méthane. Ce dernier serait extrait et vendu, de même que la chaleur de la saumure, pour produire de l'électricité et chauffer les villes voisines. Le méthane pourrait aussi fournir l'énergie nécessaire au dispositif et à la capture du carbone dans les centrales électriques. Le système serait d'abord testé sur la terre ferme, mais, à terme, des installations offshore sont envisageables.



Emily Cooper

En France, pas de méthane mais des idées !

La France ne disposant pas des réserves d'hydrocarbures des États-Unis, il sera difficile d'y construire le dispositif décrit par Steven Bryant. Cependant, des systèmes combinant stockage géologique du CO₂ et géothermie sont à l'étude. Ils consistent également à dissoudre du CO₂ dans de la saumure issue d'aquifères salins profonds, à en extraire de la chaleur et à renvoyer le liquide dans le sous-sol. Les systèmes géothermiques déjà en place seraient utilisables.

En France, le stockage géologique pourrait être en partie financé par une autre source de revenus : le droit d'émettre du CO₂ est payant en Europe. Des quotas d'émission y sont vendus, même si leur prix est aujourd'hui trop faible et que les mécanismes du marché du carbone doivent être révisés.

Outre les moindres besoins de financement externe, le système combiné a plusieurs avantages par rapport au dispositif classique, qui consiste à envoyer du CO₂ sous une forme thermodynamique particulière, dite supercritique, dans les aquifères salins. D'abord, le gaz est dissous et risque moins de s'échapper, puis de remonter vers la surface. Par ailleurs, on peut mieux contrôler la pression dans l'aquifère grâce aux puits d'extraction, ce qui limite les risques sismiques.

Dans un dispositif classique, le gaz se dissout aussi, mais bien plus lentement (parfois en plusieurs centaines, voire milliers d'années), et son injection continue augmente la pression. En conséquence, on doit surveiller que le CO₂ ne migre pas vers les aquifères d'eau potable, moins profonds, qu'il ne dégrade pas la qualité des res-

sources en eau et qu'il n'accroît pas l'activité sismique.

La quantité de gaz stockable est plus importante sur un site classique : elle est de l'ordre de 20 à 50 millions de tonnes, contre dix fois moins sur un site combinant stockage et géothermie. En effet, le CO₂ est plus compact sous une forme supercritique que sous une forme dissoute.

Au total, il faudra stocker plusieurs gigatonnes de CO₂ en Europe d'ici 2030 pour remplir les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les formations géologiques adaptées ne manquent pas *a priori*, mais certains aspects doivent encore être validés. Pour les dispositifs classiques, plusieurs installations à petite échelle, qui servent de démonstrateurs, sont installées en Europe. En France, seule une installation un peu parti-

culière fonctionne : elle se trouve à Lacq, où le CO₂ est envoyé dans un ancien réservoir de gaz naturel, aujourd'hui vide. Ce type de système est intéressant mais sera loin de suffire. Il faudrait donc développer d'autres sites, en particulier dans le Bassin parisien, qui abrite le plus grand aquifère salin français. Cependant, les financements manquent depuis le début de la crise économique en 2008. Les dispositifs combinant géothermie et stockage du CO₂ sont à un stade plus précoce encore : des études sont menées pour évaluer leur faisabilité et leur viabilité économique, dans le cadre du projet *CO₂ Dissolved*, financé par l'Agence nationale de la recherche et coordonné par le BRGM.

Pascal Audigane,
BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières), Orléans

il faudrait construire 200 réacteurs d'un gigawatt chacun.

Si l'énergie géothermique sert au chauffage, à la climatisation et à la production d'eau chaude, on récupérera une puissance de près de 200 gigawatts, équivalente à celle que fournira le méthane extrait. La demande locale suffira-t-elle à l'absorber ? Cela reste à établir, mais une grande partie de cette puissance pourrait en tout cas être consommée par les nombreuses usines pétrochimiques de la côte du golfe et les dispositifs de capture du CO₂ qui y seraient construits. Si l'énergie géothermique est convertie en électricité avec un rendement de dix pour cent (typique d'une telle conversion), quelque 20 gigawatts d'électricité seront produits, ce qui reste important.

Pour le stockage d'une gigatonne de CO₂, la quantité de méthane produite serait d'environ 110 milliards de mètres cubes par an, soit environ un sixième de la consommation américaine. Sur un siècle, cela représente 100 gigatonnes de CO₂ séquestrées et près de 11 000 milliards de mètres cubes de méthane extraits, soit moins d'un dixième de la quantité estimée dans les aquifères profonds de la côte du golfe. Il y a donc largement assez de place pour stocker du CO₂ et assez de méthane pour une exploitation pérenne.

Si ce méthane est brûlé dans des centrales électriques pendant un siècle, quelque

20 gigatonnes de CO₂ seront émises – à moins que ce gaz ne soit recapturé. En conséquence, la baisse nette de la quantité de CO₂ envoyée dans l'atmosphère serait de 80 gigatonnes.

■ BIBLIOGRAPHIE

H. Breunig et al., *Regional evaluation of brine management for geologic carbon sequestration*, *International Journal of Greenhouse Gas Control*, vol. 14, pp. 39-48, 2013.

R. Ganjdanesh et al., *Coupled CO₂ sequestration and energy production from geopressured-geothermal aquifers*, *SPE Journal*, en ligne le 24 mai 2013.

B. Gibert et al., *Géothermie : un potentiel à creuser !*, *Dossier Pour la Science*, n° 69, pp. 64-70, 2010.

McM. Burton et S. Bryant, *Eliminating buoyant migration of sequestered CO₂ through surface dissolution*, *SPE Reservoir Evaluation & Engineering*, vol. 12, pp. 399-407, 2009.

15 pour cent des objectifs américains de réduction des émissions

L'association *Union of Concerned Scientists* (littéralement l'Union des scientifiques responsables) estime que pour limiter la concentration de CO₂ atmosphérique à 450 particules par million (le niveau généralement admis pour que le réchauffement ne dépasse pas 2 °C), les émissions des pays industrialisés devront chuter à 25 pour cent de leur niveau de l'an 2000 d'ici 2050. Cela correspond à 150 gigatonnes de CO₂ en moins pour les États-Unis. Même si la séquestration dans la saumure n'atteignait une gigatonne par an que dans 20 ans, elle pourrait représenter 15 pour cent de cette quantité.

Il faudra empêcher autant que possible les fuites de méthane dans l'atmosphère, car ce gaz exerce un effet de serre 20 fois plus puissant que le CO₂. L'Agence américaine pour l'environnement surveille ces fuites et les industriels ont tout intérêt à ne pas laisser s'échapper le produit qu'ils veulent vendre.