



# Couvrez ce CO<sub>2</sub> que je ne saurais voir

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est en augmentation dans l'atmosphère et risque d'asphyxier la planète? Enterrons-le sous terre! L'idée est de nouveau testée en Espagne. Mais on n'élimine pas ce gaz à effet de serre comme la poussière sous le tapis...

PAR **Rafaële Brillaud** ILLUSTRATION **Stéphane Kiehl**

Le site est unique en Europe. Sur un plateau aride du nord de l'Espagne, à Hontomín, près de Burgos, ingénieurs et géologues vont tester pour la première fois le stockage du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) en sous-sol, dans une couche de roche poreuse gorgée d'eau salée. L'idée: enterrer ce gaz à effet de serre que l'homme produit à l'excès. Cela évite son rejet dans l'atmosphère, où il dérègle la température du globe. Le CO<sub>2</sub> récupéré dans les fumées des usines ou des centrales thermiques est enfoui pour des siècles, voire des millénaires, afin d'éviter la surchauffe.

Mais la mise en œuvre de cette parade comporte des risques et tarde à se mettre en place. Le site espagnol d'Hontomín fait figure de cas particulier, en Europe. « C'est le seul projet pilote actuellement en fonctionnement, depuis l'arrêt en 2013 de l'injection de CO<sub>2</sub> sur les sites de Ketzin en Allemagne et de Lacq-Rousse en France », souligne Hubert Fabriol, du Bureau de recherches géologiques et minières. « Surtout, c'est le premier site expérimental européen qui teste la profondeur optimale de stockage, à savoir entre 1 et 2 kilomètres. En effet le stockage à Lacq-Rousse était très profond (4500 mètres) et celui

« DANS LE SOUS-SOL, LE CO<sub>2</sub> RESTE STOCKÉ DE FAÇON SÛRE ET PERMANENTE »

HUBERT FABRIOL du bureau de recherches géologiques et minières. BRGM



de Ketzin pas assez (800 mètres) », ajoute sa collègue Isabelle Czernichowski-Lauriol, présidente de CO<sub>2</sub>GeoNet, réseau scientifique qui regroupe 24 instituts de recherche publics de 16 pays.

## Propriétés identiques à celles d'un gaz et d'un liquide

À de telles profondeurs, le CO<sub>2</sub> est si comprimé qu'il devient un fluide supercritique dense, autrement dit, il prend les propriétés à la fois d'un gaz et d'un liquide. Son volume diminue beaucoup – ce qui rend d'autant plus intéressant ce stockage en sous-sol. Le CO<sub>2</sub> remplit alors les pores de la roche-réservoir et reste piégé par les couches supérieures argileuses qui l'empêchent de remonter à la surface. « Une partie va se dissoudre dans l'eau, une autre

précipiter sous forme de minéraux assurant la sécurité de stockage, détaille Hubert Fabriol. Les études ont montré qu'au bout de quelques milliers d'années le CO<sub>2</sub> reste stocké de façon sûre et permanente dans le sous-sol. »

À Hontomín, 20000 tonnes de CO<sub>2</sub> seront injectées dans un premier temps, 100000 tonnes à terme. Si les financements suivent. Car, alors même que sa concentration augmente dans l'atmosphère, le CO<sub>2</sub> manque pour ce projet expérimental financé en majeure partie par l'Union européenne. « L'Espagne est obligée d'acheter du CO<sub>2</sub> industriel à presque 100 euros la tonne!, s'exclame Hervé Quinquis, de l'Institut français du pétrole énergies nouvelles. Car, sur place, il n'y a pas de dioxyde de carbone. Pour faire une usine de captage, qui permet

## PRÉSENT PARTOUT, MORTEL À HAUTE DOSE

L'air que nous respirons contient naturellement 0,04 % de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Néanmoins l'exposition à des teneurs élevées peut avoir des effets néfastes pour l'homme.

Des effets irréversibles se produisent sur l'homme dès que la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'air atteint 5 %.

La mort survient en quelques minutes dès que l'air contient 10 % de CO<sub>2</sub>. Le 21 août 1986, le lac Nyos, au Cameroun, a provoqué une catastrophe. Dans la soirée, sans explosion ni tremblement de terre, il a dégagé dans

l'atmosphère 300 000 tonnes de CO<sub>2</sub> dissout dans ses eaux. « Une brèche, même importante, dans une canalisation ne serait pas à même de faire passer une telle quantité de CO<sub>2</sub> », précise Pierre Toulhoat de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques. Plus lourd que l'air, le gaz s'est écoulé dans les environs jusqu'à plus de 20 kilomètres de distance. Le lendemain, les corps de 1 800 paysans et de leur bétail, tués dans leur sommeil, ont été découverts. Les eaux turquoise du lac avaient viré au rouge-brun. La cause du drame a été identifiée.

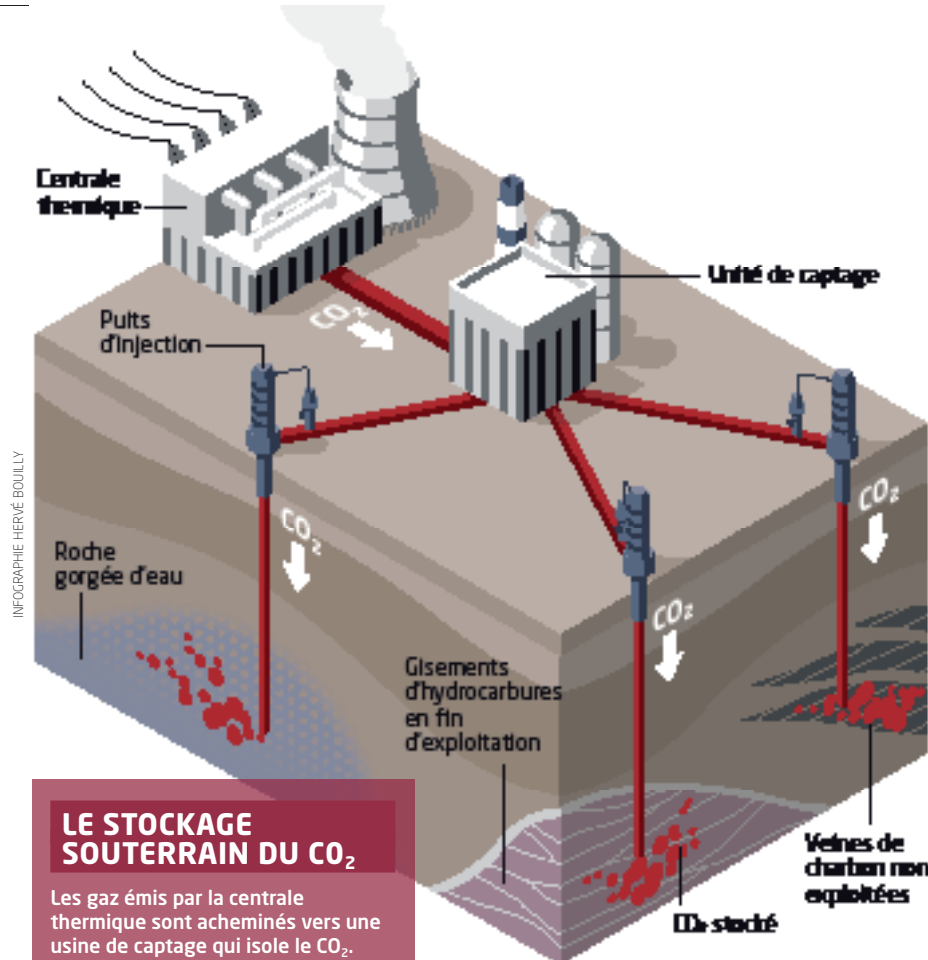
de séparer le CO<sub>2</sub> des autres gaz rejetés par les centrales thermiques, il faudrait investir des millions! C'est le monde à l'envers...»

Le captage-stockage du CO<sub>2</sub> reste, à côté des économies d'énergies et de la promotion des énergies renouvelables, l'une des pistes privilégiées pour limiter l'effet de serre. Selon l'Agence internationale de l'énergie, il pourrait soustraire de l'atmosphère pas moins de 20% des émissions mondiales humaines d'ici à 2050.

«Mais pour atteindre cet objectif, il faudrait plusieurs milliers de sites à travers le monde, quand il n'en existe encore que quelques dizaines», relativise Hervé Quinquis. En effet, seuls 60 sites de large échelle, c'est-à-dire où l'on injecte au minimum 1 million de tonnes de CO<sub>2</sub> par an, étaient comptabilisés par l'institut australien Global CCS en février. Ils se trouvent principalement aux États-Unis, au Canada, en Chine et en Australie. Mais pas plus de 12 sont opérationnels.

### Méthode éprouvée, mais questions en suspens

Comment comprendre un tel manque d'engouement à l'heure où les prévisions concernant les changements climatiques sont de plus en plus alarmantes? Pourtant, depuis sa première utilisation, en 1996, sur le gisement off-shore norvégien de Sleipner, en mer du Nord, où plus de 15 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> ont été injectées, la méthode a fait ses preuves. «À Sleipner, on a montré qu'il n'y a pas de fuites vers la



INFOGRAPHIE HERVÉ BOULLY

### LE STOCKAGE SOUTERRAIN DU CO<sub>2</sub>

Les gaz émis par la centrale thermique sont acheminés vers une usine de captage qui isole le CO<sub>2</sub>. Ce dernier est injecté dans différents types de sols, grâce à un puits, hélas gourmand en énergie.

surface et qu'il est possible de cartographier où se trouve le CO<sub>2</sub>», détaille Hubert Fabriol.

Mais le captage-stockage du CO<sub>2</sub> n'est pas sans danger. Pierre Toulhoat, directeur scientifique de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), dresse l'inventaire des problèmes à chaque étape du processus: en commençant par le captage par oxycombustion, ce procédé qui consiste à enrichir en oxygène le mélange de gaz issus d'usines pour obtenir, après une étape de combustion, du dioxyde

de carbone pur. «L'utilisation d'oxygène pur pendant l'oxycombustion impose la vigilance face aux risques d'explosion et d'incendie», souligne Pierre Toulhoat. Puis, lors du transport via des pipelines: «En cas de rupture de la canalisation, des fuites provoqueraient la formation d'une nappe de dioxyde de carbone plus dense que l'air, ce qui pourrait se révéler préoccupant dans une zone habitée.»

Mais au-delà de ces risques connus et habituellement maîtrisés, c'est surtout le stockage dans une formation géologique profonde

qui soulève certaines questions. Comment va réagir le CO<sub>2</sub> à de telles profondeurs? Va-t-il rester enfoui? En novembre 2012, une étude de l'Ineris a révélé que l'injection de CO<sub>2</sub> pouvait entraîner une contamination des nappes phréatiques proches du réservoir, en remobilisant des métaux lourds (zinc, fer, arsenic...) naturellement présents dans la roche. Lors d'un essai mené dans un aquifère à faible profondeur du bassin de Lodève dans l'Hérault, l'institut a démontré que le CO<sub>2</sub> acidifie le milieu et libère des contaminants.

Une autre étude de l'Ineris, en mai 2013, qui passe en revue les retours d'expériences des sites de stockage de gaz (CO<sub>2</sub> ou gaz naturel), a, elle, souligné les risques de fuites ou d'accident mécaniques: élévation du sol, effondrement... Elle recense dans le monde pas moins de 80 cas d'incidents et d'accidents, aux causes et aux conséquences variées, jugés pertinents du point de vue de leur analogie avec le captage-stockage du CO<sub>2</sub>. Dans près d'un cas sur deux, il s'agit de fuites massives.

### LA TOUTE PREMIÈRE FOIS... EN FRANCE

C'est dans les Pyrénées-Atlantiques, à Rousse, qu'a eu lieu la première expérience européenne de captage-stockage de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). 51 000 tonnes de CO<sub>2</sub> ont été injectées par Total dans un puits vidé de son gaz naturel, de janvier 2010 à mars 2013. Le CO<sub>2</sub> était puisé dans les cheminées d'une des cinq chaudières existantes sur le site de Lacq. L'ensemble de la chaîne a été testé avec succès: du captage à la source au stockage en profondeur, en passant par le transport en pipeline sur 27 kilomètres.

Ce projet à 60 millions d'euros est désormais en phase de surveillance jusqu'en 2016. «On vérifie que le stockage se comporte comme prévu, puis le puits sera refermé avec des bouchons de ciment», précise Sylvain Thibeau, de Total. Une surveillance de principe, si l'on en croit les spécialistes. «Le dioxyde de carbone a été injecté dans une poche en telle sous-pression par rapport à son environnement qu'il n'y a pratiquement aucun risque que cela ressorte!», assure Hervé Quinquis, de l'Institut français du pétrole énergies nouvelles.

# 60

SITES DE STOCKAGE existent dans le monde alors qu'il en faudrait plusieurs milliers pour contenir 20% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> d'ici à 2050.

Enfin, au Texas ou en Espagne, des liens ont été établis entre l'injection de gaz et le déclenchement de secousses sismiques de magnitudes relativement fortes. D'importants volumes de CO<sub>2</sub> génèrent une pression modifiant les contraintes tectoniques. «L'étape du stockage est très dépendante de la géologie du site, et chaque site est donc unique», pondère Isabelle Czernichowski-Lauriol, qui insiste sur la nécessité de bien choisir et caractériser chaque lieu de stockage.

Reste que le véritable obstacle au développement du captage-stockage du CO<sub>2</sub> est... financier. À l'heure actuelle, si un industriel émet trop de CO<sub>2</sub>, il achète des quotas supplémentaires sur

le marché du carbone. La tonne de CO<sub>2</sub> ne lui coûte alors que 5 euros, contre «plus de 100 euros», selon Hubert Fabriol, s'il décide de l'enfouir. Cela n'incite guère à miser sur cette méthode.

### Rentabilité mais hostilité des riverains

«La Norvège a eu le courage d'imposer une taxe sur le CO<sub>2</sub>», analyse Hervé Quinquis. Les opérateurs ont alors investi dans des projets de stockage du CO<sub>2</sub> – moins coûteux que le paiement de cette taxe –, à Sleipner, en mer du Nord, depuis 1996, ou à Snohvit, en mer de Barents, depuis 2008. Aux États-Unis, on réutilise le CO<sub>2</sub> capté ou d'origine naturelle pour récupérer du pétrole, on le recycle ainsi plusieurs fois avant de le stocker définitivement. Ailleurs, le captage-stockage du CO<sub>2</sub> n'est pas rentable.»

La méthode a aussi un coût énergétique. Pour récupérer le CO<sub>2</sub> dans les cheminées des centrales thermiques puis le stocker, il faut produire davantage d'énergie, et donc de CO<sub>2</sub>: «Environ de 20 à 30% en plus», estime Hubert Fabriol. Une gageure alors que cette méthode vise à trouver une solution pour limiter les émissions de gaz à effet de serre.

À cela s'ajoute l'hostilité des riverains et des écologistes. «Le but du site d'Hontomín, affirme Juan Carlos De Dios Gonzalez, directeur du programme de stockage géologique de la fondation publique espagnole Ciudad de la Energía («Cité de l'énergie»), est aussi de démontrer que la technique est maîtrisée et que la société peut accepter sans crainte cette nouvelle technologie.» ✨

