



IDEES & DEBATS

prospective

ENVIRONNEMENT // Vingt ans après sa mise au point, la séquestration géologique du carbone peine à se concrétiser. Un outil jugé pourtant indispensable pour lutter contre le réchauffement climatique.

Stockage du CO₂ : faut-il encore y croire ?

Yann Verdo

yverdo@lesechos.fr

— Envoyé spécial à Venise

L'humanité est entrée « dans une nouvelle zone de danger », a alerté la semaine dernière la responsable climat de l'ONU, Christiana Figueres, au vu de l'évolution de la concentration de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère. De nouvelles mesures réalisées par l'observatoire de référence installé sur le volcan de Mauna Loa, à Hawaï, ont fait apparaître une concentration de ce gaz à effet de serre légèrement supérieure à 400 parties par millions (ppm). Un niveau inégalé depuis l'ère du pliocène, il y a entre 3 et 5 millions d'années, lorsque la température moyenne à la surface de la Terre était de 3 à 4 degrés plus chaude qu'aujourd'hui. Avec une telle teneur en CO₂ dans l'atmosphère, les experts du Giec jugent inatteignable l'objectif de contenir le réchauffement à une hausse de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, seuil au-delà duquel il existe un risque de voir le système s'emballer et produire des événements climatiques extrêmes en série.

Le CO₂ étant principalement produit par la combustion des énergies fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel), il n'existe que deux moyens de faire baisser la quantité de ce gaz que nous relâchons quotidiennement dans l'atmosphère. Soit en réduisant la part des hydrocarbures dans notre « mix » énergétique, ce qui paraît un horizon pour le moins lointain (ils ont encore représenté 87 % de la consommation mondiale d'énergie en 2011). Soit – en attendant que nous ayons suffisamment décarboné notre économie – en captant à la source le CO₂ relâché dans l'air et en l'enfouissant sous terre.

Cette technique, appelée séquestration géologique du carbone – ou « carbon capture and storage » (CCS) par les spécialistes –, existe depuis vingt ans et est de mieux en mieux rodée. Capturé à la sortie des cheminées des raffineries de pétrole, centrales à charbon et autres usines sidérurgiques, le dioxyde de carbone est enfoui via un puits d'injection à 800 ou 1.000 mètres sous le plancher des vaches. A une telle profondeur, pression et température font que le CO₂ ne se trouve plus à l'état gazeux mais supercritique, à mi-chemin du gaz et du liquide. Plus compact, mais aussi moins susceptible de s'échapper, il peut alors être diffusé et stocké dans les petits trous d'une roche poreuse, appelée le « réservoir », elle-même recouverte par un couvercle imperméable généralement constitué d'argile. A Lacq, dans les Pyrénées-Atlantiques, Total a apporté une preuve supplémentaire de la faisabilité de ce procédé en enfouissant et séquestrant avec succès 100.000 tonnes de CO₂ : l'expérience, qui vient de s'arrêter, est pour l'instant la seule du genre en France.

D'énormes capacités de stockage

Réunis le mois dernier en colloque à Venise, les scientifiques du réseau CO₂GeoNet, qui rassemble 13 instituts de recherche de 7 pays européens, ont appelé à la multiplication de ces sites pilotes pour continuer de faire progresser la recherche.

Si le procédé de capture, désormais bien au point, peut être dupliqué dans n'importe quelle installation industrielle, cette standardisation ne s'applique évidemment pas au stockage, qui nécessite d'avoir préalablement identifié et étudié le site propice. Il s'agit le plus souvent d'un aquifère salin, une



couche géologique profonde et poreuse contenant dans ses flancs une nappe d'eau souterraine (saumâtre et impropre à la consommation, celle-ci ne communique pas avec les nappes phréatiques situées bien au-dessus). Un champ pétrolier ou un gisement de gaz naturel épuisé peuvent également être utilisés. A eux trois, ces types de sites offrent une capacité de stockage théorique gigantesque. « Pour le Vieux Continent, elle est estimée à 117 milliards de tonnes de CO₂, dont 96 milliards pour les seuls aquifères salins », indique le géophysicien néerlandais Rob Arts. L'Europe émettant 1,9 milliard de tonnes de CO₂ chaque année, un peu plus de soixante années d'émissions pourraient ainsi être neutralisées.

Bien sûr, tout cela a un coût. La carte des sources d'émission ne se superposant évidemment pas à celle des sites de stockage adéquats, le CO₂ doit être acheminé par oléoduc depuis les raffineries, centrales électriques ou usines vers les puits d'injection : les modélisations montrent qu'un déploiement massif de la filière CCS nécessiterait de mobiliser, rien qu'en Europe, entre 20.000 et 30.000 kilomètres d'oléoducs. A quoi s'ajoute le coût des études géologiques, du forage, des dispositifs de monitoring permettant de surveiller que le gaz enfoui ne s'échappe pas... Au total, à l'heure actuelle, ce sont plusieurs centaines de millions d'euros qu'il faut déboursier pour séquestrer le dioxyde de carbone produit par un seul site industriel.

Une filière embryonnaire

Ce niveau d'investissement explique pour une bonne part le fait que la filière CCS, vingt ans après sa naissance, reste si embryonnaire. D'autant que son financement repose en partie sur le marché des quotas de carbone, dont les cours se sont effondrés sous l'effet de la crise économique – à cet égard, la récente décision, par le Parlement européen, de ne pas geler l'attribution de nouveaux quotas, ce qui aurait pu doper les cours, est une bien mauvaise nouvelle (lire « Les Echos » du 17 avril). Le mois dernier, la tonne de CO₂ est tombée sous les 3 euros. Bien que cela soit difficile à calculer, les experts estiment que la filière CCS ne peut pas être rentable à moins de 30 ! Une impasse qu'illustre le récent échec du pro-

gramme européen NER 300. En 2010, Bruxelles a débloqué une enveloppe de 300 millions d'euros pour cofinancer des projets de séquestration du CO₂. Des treize dossiers déposés, aucun n'est allé à son terme... faute de relais national ou privé. Un second appel d'offres a été lancé le mois dernier, dont le résultat sera connu en 2014.

Résultat : le nombre de « démonstrateurs », c'est-à-dire d'installations associées à un site industriel, reste limité. On n'en compte aujourd'hui que 15, dont 75 % sont situées en Amérique du Nord. L'Europe n'en aligne que deux, les sites de Sleipner et Snøhvit, tous deux en Norvège. Ce n'est pas un hasard : la Norvège, pays où la R&D en matière de CCS est la plus avancée, est aussi celui où existe une taxe à l'émission de CO₂ pesant sur les épaules des industriels. « Sans incitation fiscale de ce type, pas de démonstrateur », constate Catherine Truffert, directrice de la recherche du BRGM.

Pour autant, les défenseurs de la filière ne perdent pas espoir. Outre les 15 déjà sortis de terre, près de 60 autres projets de démonstrateurs existent à travers le monde – sans compter les petits sites pilotes dix fois moins onéreux et ne nécessitant pas le même type de permis, à l'instar de celui de Lacq. Toutes ces installations ne verront évidemment pas le jour, mais les scientifiques du réseau CO₂GeoNet espèrent qu'elles feront tache d'huile. « Le CCS pourrait contribuer à hauteur de 20 % à la baisse des émissions de CO₂ nécessaires d'ici à 2050 pour lutter efficacement contre le réchauffement climatique », veut croire Isabelle Czernichowski-Lauriol, présidente de CO₂GeoNet. ■

Fuites : les experts se veulent rassurants

Si la séquestration géologique du carbone fait du quasi-surplace depuis vingt ans, c'est en grande partie à cause de la crise économique et de l'effondrement du prix des quotas de carbone. Mais aussi du fait des craintes qu'elle suscite. Ces millions de tonnes de CO₂ – un gaz asphyxiant si sa concentration dans l'air devient très élevée – enfouis dans le sous-sol ne risquent-ils pas de remonter à la surface ? « Non, pas si le site de stockage est approprié », répond le géologue Salvatore Lombardi, de l'université La Sapienza de Rome. « D'où la nécessité de faire des études spécifiques, site par site, car tous sont différents », abonde Catherine Truffert, directrice de la recherche du BRGM. La multiplication des petites installations pilotes appelée de ses vœux par la filière a précisément pour but d'affiner encore les connaissances en la matière, même si les géologues ont désormais une vue très précise des types de sous-sols idoines. En outre, soulignent-ils, il existe



toute une panoplie d'outils de monitoring permettant de suivre à la trace les gaz enfermés (artificiellement ou naturellement) dans les entrailles de la Terre. Si jamais une fuite devait se produire, les capteurs la détecteraient bien avant que le gaz n'ait eu le temps de remonter à la surface, plaident-ils.

Un procédé vieux de vingt ans

déposés n'est allé
au terme du 1^{er} appel
d'offres.

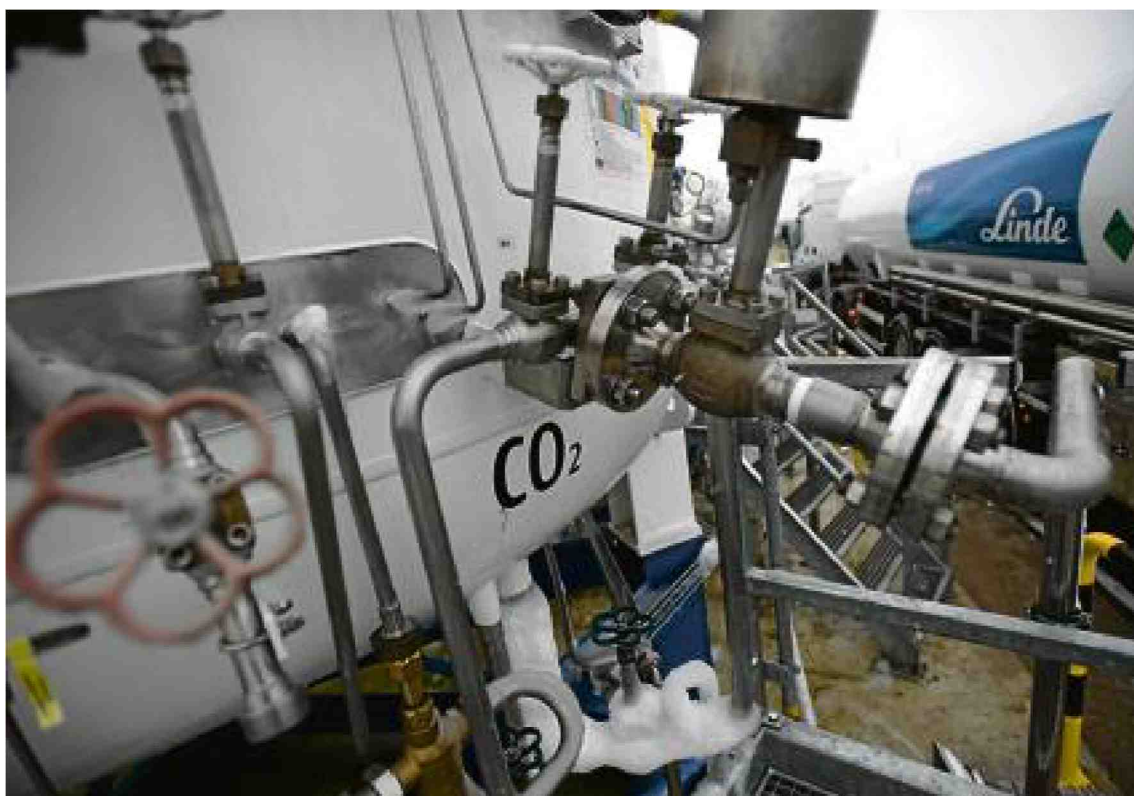
● **1993** : Premier projet de recherche sur le CCS (« carbon capture and storage », séquestration géologique du carbone) dans le 3^e programme-cadre européen.

● **1996** : Début des injections de CO₂ à Sleipner, au large de la Norvège. Opéré par Statoil, Sleipner reste à ce jour l'une des deux seules installations industrielles d'envergure dotées d'un dispositif de CCS en Europe.

● **2005** : Lancement du marché européen des quotas de CO₂, aujourd'hui moribond.

● **2009** : Directive européenne sur le CCS. Seuls 10 pays sur 27 (dont la France) l'ont transposée à ce jour.

● **2010** : Programme européen NER 300, doté d'une enveloppe de 300 millions d'euros pour cofinancer des projets CCS. En raison de la crise, aucun des 13 projets



L'Europe ne compte à ce jour que deux sites pilotes de stockage souterrain de CO₂ : celui de Lacq, dans les Pyrénées-Atlantiques, et celui de Ketzin (photo), près de Berlin. Photo Union européenne, 2013