

L'ULB fourbit ses armes contre le réchauffement climatique

La recherche s'active à rendre possible la transition écologique. A l'ULB, on privilégie la séquestration du CO₂ dans les aquifères et les nouveaux modes de combustion.

LAETITIA THEUNIS

Les nappes aquifères sont réparties tout autour du globe. Certaines sont si salées qu'elles ne sont utilisables ni pour l'eau potable ni pour l'agriculture. Afin de retarder l'emballage du système climatique terrestre, une idée est d'y injecter le CO₂ atmosphérique capté dans les environs. Et donc d'enfouir au cœur de la Terre le CO₂ produit en excès, à défaut de parvenir à diminuer drastiquement nos émissions.

A l'ULB, utilisant de petits réacteurs, des chimistes expérimentent la séquestration du CO₂. Dans de l'eau, plus ou moins chargée en composés chimiques, ils injectent le gaz honni. Le système créé au laboratoire est simplifié car n'y sont simulées ni la température ni les dantesques conditions de pression qui règnent dans les tréfonds de la Terre par 800 ou 1.000 mètres de profondeur. C'est-à-dire là où se trouvent les aquifères qui pourraient devenir l'hôte final du surplus de CO₂ atmosphérique.

« Au niveau quantitatif, les résultats obtenus avec ce système ne sont donc pas les chiffres du sous-sol, mais on essaie de démontrer que les taux de transfert du CO₂ vers la phase hôte en présence de réactions chimiques sont différents de ceux que l'on a quand il n'y a pas de réaction chimique », explique la professeure Anne De Wit, directrice de l'unité de chimie physique non linéaire. « La réactivité peut fortement amplifier le taux de transfert. »

Autrement dit, un aquifère n'est pas l'autre. La composition chimique de leur eau influerait significativement sur la quantité de CO₂ qu'ils pourraient absorber.

Cette subtilité, les rapports du Giec ne la prennent pas en compte. Or, « si cette méthode doit un jour être envisagée, comme le suggère le Giec, pour faire une transition vers une société sans carbone, il faut pouvoir faire une prédiction du nombre de mégatonnes de CO₂ séquestrables par ces techniques. Ces prédictions se basent actuellement sur des modélisations. Mais pour avoir confiance en elles, et à défaut d'aller contrôler ce qu'il se passe à 1 kilomètre de profondeur avec des monitorings complexes, il faut tester les prédictions de ces modèles sur des expériences que l'on contrôle. C'est ce que nous faisons dans les réacteurs au laboratoire. Les résultats obtenus peuvent ensuite être extrapolés aux conditions du terrain et utilisés pour faire des prédictions sur le taux de CO₂ que ces techniques pourront stocker. Et ce en ayant davantage confiance dans les modèles. » Les enjeux étant tels, autant éviter, en effet, de jouer aux apprentis sorciers.

Objectif : minéraliser le CO₂

De la dissolution du CO₂ dans l'eau résultent des ions carbonates. Chargés deux fois négativement, ils se lient facilement aux ions magnésium et calcium, chargés deux fois positivement et forment des précipités. C'est, par exemple, le calcaire qui se dépose sur nos évier. « D'autres réactions pourraient avoir lieu quand le CO₂ va se dissoudre dans les aquifères salins. S'il réagit avec des ions pour former un précipité qui va couler dans le fond,

c'est très prometteur. Car le CO₂ est alors stocké sous forme solide et non plus sous forme de gaz, qui risquerait d'être relargué vers l'atmosphère lors d'un tremblement de terre, par exemple. On dit que le CO₂ est minéralisé. C'est plus sécurisant pour le stockage. »

De là pourraient découler des stratégies de choix des nappes aquifères les plus adéquates à la séquestration en fonction des roches qui les composent.

Peut-on avoir l'espoir de voir ces méthodes de séquestration utilisées à grande échelle d'ici peu ? « Je pense que oui », poursuit la professeure De Wit. « Récemment, des tests ont été faits dans des sites en Islande et dans la mer du Nord. Ils ont montré qu'on pouvait y stocker des mégatonnes de CO₂. En Islande, le CO₂ a été injecté dans des roches basaltiques, très riches en réactifs, dont des ions calcium et magnésium : très rapidement, en moins de deux ans, une grande partie du CO₂ a bien été stockée. C'est très prometteur. Mais il y a un souci : actuellement, la technique coûte très cher. Qui va payer ? »

Pour l'heure, en mer du Nord, ce sont les sociétés pétrolières qui sont à la manœuvre, en essayant de faire d'une pierre deux coups : injecter du CO₂ dans les gisements pour faciliter l'extraction du... pétrole. Sans conteste, le serpent s'y mord la queue.

L'objectif du projet Clean, mené par le professeur Alessandro Parente, est d'œuvrer au développement de nouvelles technologies de combustion non polluantes et neutres en CO₂. © DR.

Technique

Le transport de biens et de passagers sur de grandes distances ainsi que les processus industriels exigent plusieurs dizaines de mégajoules par kilo. Seuls les carburants sont à même de fournir une telle abondance d'énergie. « Le projet d'avion Solar Impulse, technologiquement à la pointe, ne permettrait que de transporter lentement un seul passager sur de courtes distances. Le transport aérien devra donc continuer à utiliser une source d'énergie chimique et avoir recours à sa combustion. Or celle-ci est la principale source de pollution atmosphérique et donc du changement climatique », explique le professeur Parente. Son projet « Clean » s'attelle à développer de nouvelles technologies de combustion non polluantes et neutres en CO₂. L.T.H.



le futur Des combustibles flexibles et performants pour les industries

L. TH.

Le futur sera au mix énergétique-renouvelable. Mais si le nucléaire est relégué aux oubliettes, comment s'en sortira-t-on pour gérer l'approvisionnement énergétique permanent alors que la production éolienne et solaire est par essence intermittente ? Une solution se dessine dans les labos de l'ULB. Plus précisément dans le département aéro-thermo-mécanique. L'objectif du projet Clean, mené par le professeur Alessandro Parente, est d'œuvrer au développement de nouvelles technologies de combustion non polluantes et neutres en CO₂.

De puissants carburants

« A certains moments, l'éolien et le solaire produisent trop par rapport à la consommation électrique. L'idée est de stocker cet excès d'énergie renouvelable sous forme de composés chimiques appelés "vecteurs énergétiques intelligents" (VEI) et caractérisés par des densités d'énergie très élevées. » Ce sont par exemple le dihydrogène (H₂), le méthane (CH₄) ou encore l'ammoniac (NH₃). S'ils peuvent ensuite être convertis en électricité pour alimenter les habitations, ils peuvent surtout servir de puissants carburants. Ces derniers sont indispensables au transport de biens et de personnes ainsi qu'aux procédés industriels lourds tels que la production d'acier ou de verre.

« Le défi est désormais de convertir ces VEI de façon propre, sans produire de polluants. Cela nécessite le développement de nouvelles technologies de

combustion. Dénommées "Mild", elles devront permettre la flexibilité attendue du combustible sans compromettre l'efficacité énergétique et les émissions de polluants, voire l'efficacité de l'application. »

A l'avenir, les combustibles fossiles seront remplacés par une grande diversité de vecteurs énergétiques intelligents produits par des sources renouvelables. Dans le jargon, on parle de « flexibilité du combustible ». Et rendre les procédés industriels capables d'utiliser n'importe quel VEI, chacun doté de caractéristiques de combustion particulières, cela donne du fil à retordre aux ingénieurs. En effet, c'est loin d'être le cas aujourd'hui : les processus industriels actuels sont optimisés compte tenu de la spécificité du seul combustible utilisé, gaz naturel ou charbon, ou diesel.

Par moments, l'éolien et le solaire produisent trop par rapport à la consommation électrique. Il faut stocker cet excès d'énergie renouvelable sous forme de composés chimiques

Alessandro Parente, ULB

”

Le projet Clean, mené à l'ULB, vise à développer des outils de simulation avancés pour les futurs systèmes de combustion de taille semi-industrielle. « Face au mix énergétique très varié, il s'agit de s'interroger : si mon système de combustion passe du méthane à l'hydrogène, va-t-il polluer plus ou moins ? Pour ne pas polluer, quelles configurations dois-je changer et comment ? C'est ici que le concept de "digital twin" devient important car, dans un futur très flexible, on aura besoin d'outils flexibles indiquant comment le système va se comporter. »

Jumeau numérique

Le développement d'un « digital twin », ou jumeau numérique, implique une nouvelle stratégie de recherche. Sa construction se base sur des informations extraites de méthodes avancées de *machine learning* telles que l'apprentissage automatique ; celles-ci sont alimentées à la fois par des résultats d'expériences menées à l'ULB sur des prototypes de système de combustion et par des simulations informatiques.

Le jumeau numérique d'un système de combustion donné servira notamment à gérer ce dernier. Actuellement, le premier « digital twin » est développé pour un four à l'ULB. Le professeur Parente espère qu'il sera au point et utilisable d'ici environ 2 ans. Des industriels sensibles à la fois à la décarbonation et à la digitalisation se montrent par ailleurs très intéressés par cette innovation technologique au parfum de révolution.