

# Un mariage de raison

Les opérateurs devront disposer d'importantes capacités de stockage de longue durée pour garantir la résilience du système électrique. Le stockage de gaz sera en mesure d'assurer ce rôle en convertissant l'excédent d'électricité d'origine renouvelable en hydrogène.

## LES AUTEURS

CAROLE LE HENAFF,  
GRÉGOIRE HÉVIN,  
CHRISTIAN HUE ET  
DELPHINE PATRIARCHE,  
STORENGY

**D**epuis le lancement du *Green New Deal*, en décembre 2019, l'Union européenne est engagée dans un agenda positif, tourné vers l'avenir, avec des propositions propices à faire de la transition écologique un relais de croissance, dans l'intérêt de ses citoyens et entreprises.

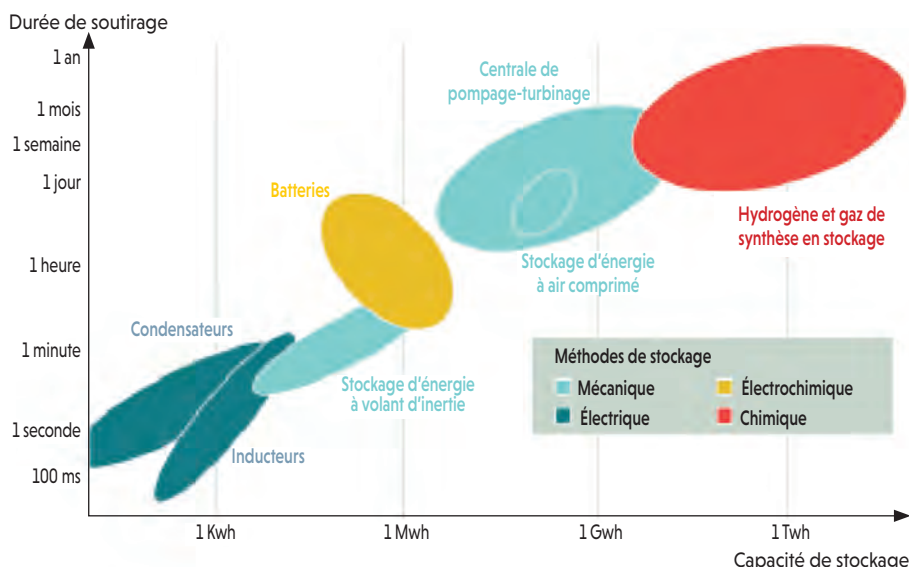
Dans ce mouvement irrésistible, les réseaux gaz et électricité ne peuvent plus être considérés isolément. Ils doivent au contraire être vus comme deux éléments indissociables d'un ensemble plus vaste – le système énergétique –, où le stockage de gaz, en tant que principal outil de flexibilité intersectoriel, relie intimement les deux secteurs. Ces liens se sont particulièrement renforcés ces dernières années.

En effet, l'intégration des énergies renouvelables accroît le besoin de flexibilité en électricité pour répondre à leur intermittence, alors même que l'équilibre du réseau se retrouve fragilisé par l'abandon progressif des autres sources ajustables à la demande (nucléaire, charbon, pétrole...). Par ailleurs, l'électrification d'une partie de la demande finale en énergie amène le réseau électrique à devoir répondre à une demande fluctuante, avec des fortes variations incluant des pics. Ce besoin d'adaptabilité, qui épargnait jusqu'alors le réseau électrique, car la demande était plutôt stable, implique de disposer de suffisamment de capacité de stockage pour soutenir la production électrique de plus en plus imprévisible et fluctuante.

La question de la flexibilité en électricité devient un enjeu clé pour la stabilité du système. Tous les types de stockage ont un rôle à jouer, mais la plupart sont limités en termes de niveau de capacité de stockage et de durée de soutirage (voir la figure ci-dessous). Ce n'est pas le cas du stockage de gaz, appelé à devenir le principal lien entre gaz et électricité.

Aujourd'hui, la flexibilité repose essentiellement sur le stockage de gaz naturel. Demain, elle devra se tourner vers les renouvelables. C'est notamment le sens du concept « Power to Gas ». L'idée est de transformer l'électricité issue d'énergies renouvelables en hydrogène pour fournir à terme la flexibilité nécessaire aux réseaux énergétiques. Plus précisément, grâce à l'électricité, de l'eau est scindée par électrolyse pour produire de l'hydrogène ( $H_2$ ) qui sera utilisé soit directement, soit, dans une deuxième étape, pour produire du méthane ( $CH_4$ ) par combinaison avec du  $CO_2$  par un procédé catalytique.

## COMPARAISON DES TECHNOLOGIES DE STOCKAGE D'ÉNERGIE



Les diverses techniques de stockage de l'électricité se distinguent en termes de capacité de stockage ou de durée de soutirage. Le stockage sous la forme de gaz représente la meilleure solution.

## HYDROGÈNE EN SOUS-SOL

Le gaz renouvelable devient ainsi un complément à l'électricité renouvelable. ENGIE, à travers sa filiale Storengy, investit dans les technologies qui permettront d'adapter ses actifs de stockage à cette transition vers le zéro carbone. On pourra dès lors stocker massivement tout excès d'électricité renouvelable, actuellement perdu et délesté pour éviter de contraindre davantage les équipements et perturber l'équilibre du réseau.

Ces principes sont au cœur du projet *STOPIL H<sub>2</sub>*. Il s'agit de la réalisation d'un pilote de stockage d'hydrogène en cavité saline à Étrez, dans l'Ain, à 20 kilomètres au nord de Bourg-en-Bresse. Le sous-sol aux alentours de la commune recèle 25 cavités

en exploitation creusées dans une couche de sel de 650 mètres d'épaisseur entre 1 250 et 1 900 mètres de profondeur. Les grandes quantités de gaz ainsi confinées, facilement disponibles, permettront de répondre à des besoins de consommation de base ou de pointe.

Cette technologie, mature et performante, bénéficie d'un retour d'expérience de plus de cinquante ans avec le gaz naturel. Elle offre des avantages intrinsèques environnementaux et en termes de sécurité (faible espace occupé en surface, confinement du produit, inaccessibilité du fait de la profondeur, absence d'oxygène à proximité...).

Le projet *STOPIL H<sub>2</sub>*, financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR), fédère des acteurs français reconnus (Storengy, Geostock, Air Liquide, BRGM, Ineris, Brouard Consulting et Armines représentant l'École des mines de Paris et Polytechnique). Il vise à totalement maîtriser les défis techniques spécifiques du stockage d'hydrogène en cavité saline.

La première phase du projet, l'étude de faisabilité, consiste d'ici fin 2020 à répondre à deux questions. Une cavité de stockage dans le sel est-elle imperméable à l'hydrogène ? Des cycles fréquents d'injection et de soutirage d'hydrogène et de grande amplitude peuvent-ils porter atteinte à la stabilité mécanique d'une cavité ?

Concernant la première, l'étanchéité de la cavité et du puits est en effet une préoccupation essentielle du point de vue de la sécurité et de l'efficacité du stockage. Avec des hydrocarbures, dont il existe des milliers de cavités de stockage dans le monde, cette étanchéité est vérifiée. Dans le cadre de *STOPIL H<sub>2</sub>*, un essai d'étanchéité à l'hydrogène sera effectué dans une cavité à environ 1 000 mètres de profondeur à Étrez (voir la figure ci-contre). L'objectif est d'obtenir des informations en vue d'industrialiser les tests d'étanchéité des futures cavités d'hydrogène.

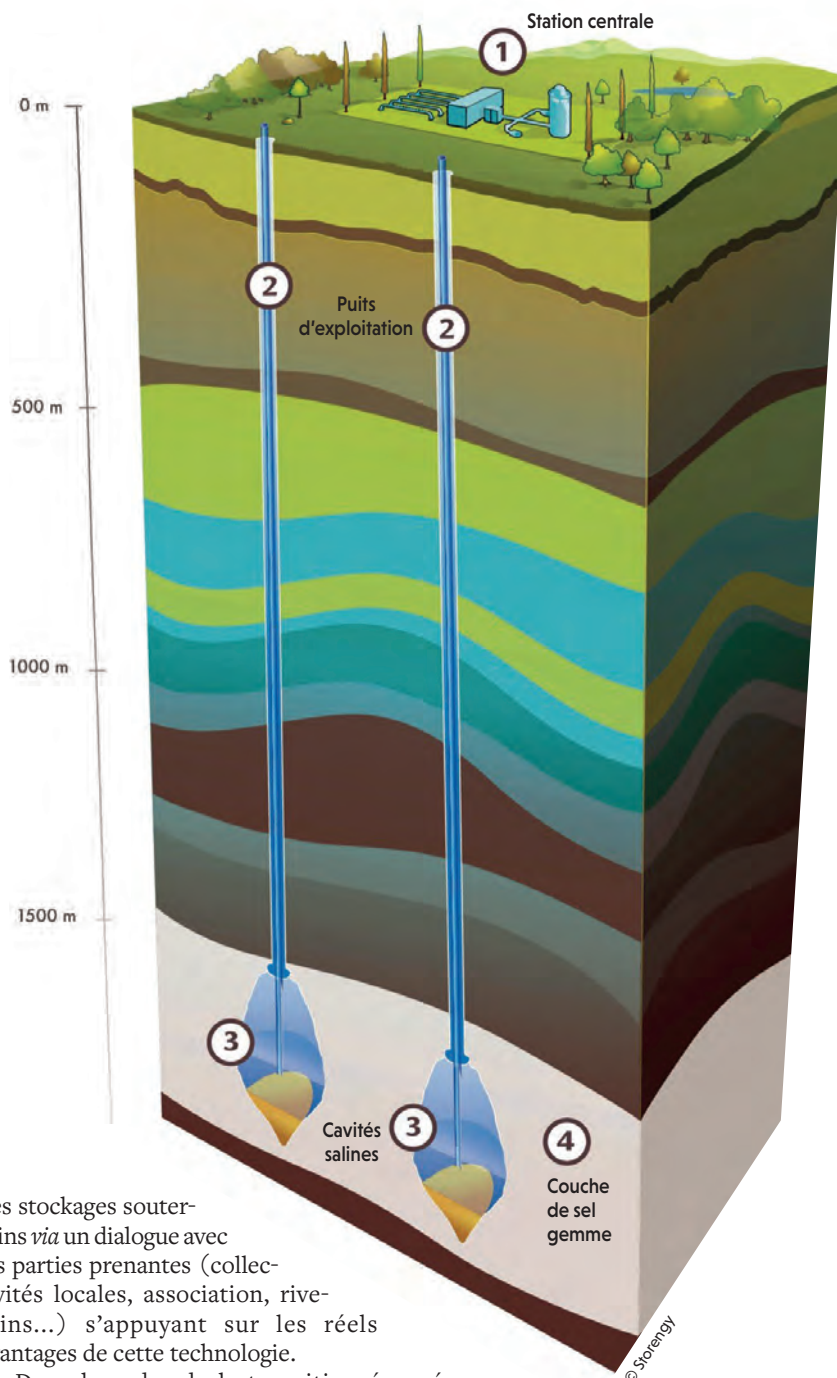
## EXPLOITATION DES CAVITÉS

Quant à la deuxième question, il est prévu un essai lors duquel l'hydrogène au sein de la cavité sera porté à une pression maximale (de l'ordre de 150 bars), celle-ci variant ensuite rapidement avant de revenir à sa valeur initiale. On saura alors si l'exploitation d'une cavité peut se faire sans désordre significatif de performance avec des cycles de pression courts et intenses, à l'instar de ce qui est aujourd'hui maîtrisé pour le stockage de gaz naturel. Une fois le concept validé, la cavité pourrait au final stocker jusqu'à 40 tonnes d'hydrogène, soit de l'ordre de 1,5 gigawattheure, destinées à court terme à une consommation locale.

Le principe acquis et étayé par de solides études scientifiques, les acteurs devront veiller à l'acceptabilité sociétale du développement

des stockages souterrains *via* un dialogue avec les parties prenantes (collectivités locales, association, riverains...) s'appuyant sur les réels avantages de cette technologie.

Dans le cadre de la transition énergétique, le stockage souterrain de gaz, autres que le gaz naturel, sera alors primordial et essentiel au développement des nouvelles sources et consommations électriques. La performance des stockages devra répondre aux caractéristiques de l'intermittence des sources de production électrique. Pour réussir un mix électrique 100% renouvelable demain, il est nécessaire d'investir dès à présent dans l'innovation technologique pour réduire les coûts d'investissement et rendre le cadre réglementaire plus propice à l'intégration des gaz renouvelables et à leur stockage. Alors seulement on pourra répondre positivement aux échéances fixées par l'Union européenne. ■



La cavité expérimentale de Storengy, à Étrez, dans l'Ain, aidera à étudier le stockage d'hydrogène en cavité saline.