

industrialisée en pratique. Il importe donc de développer un savoir-faire autour de ce type de batterie. ENGIE s'y emploie et s'attache à relever les défis technologiques et opérationnels qui ralentissent son expansion : vieillissement de la cellule électrochimique, sécurisation du système de stockage complet, recrutement en mode stationnaire des batteries automobiles, pilotage de batteries en « flotte » ou isolées...

Toutefois, pour certains usages, comme le stockage massif ou saisonnier, la technologie lithium-ion ne sera pas toujours optimale ni abordable. En effet, fournir une puissance électrique (les watts) satisfaisante est actuellement relativement bon marché, mais ce n'est pas le cas pour l'énergie électrique (les wattheures). D'autres technologies sont indispensables, et plusieurs font d'ores et déjà l'objet de grands efforts de développement. Outre les performances, on espère améliorer la sécurité tout en diminuant les coûts. Ainsi, les batteries lithium-soufre, redox à flux, à électrolyte solide, les batteries sodium-ion ou métal-air... sont évaluées ou testées par ENGIE en laboratoire, voire en démonstrateur. Certaines de ces technologies combinent longue durée de vie à coût réduit et cycle de vie durable par rapport aux technologies actuelles qui ne font qu'ouvrir la voie. La route sera-t-elle longue ?

ANTARCTIQUE ET LITHIUM-ION

Les batteries qui équipent la station Princesse Élisabeth, installées par Engie en 2008, relèvent d'une technologie centenaire (plomb-acide avec un électrolyte sous forme de gel, permettant de coucher la batterie, plutôt que de devoir la garder debout). Ce ne fut pas une mince affaire de manipuler manuellement des tonnes de matériel dans des conditions de gel intense ! Mais tout fonctionna correctement : la base zéro émission profita dès sa mise en service d'une énergie totale de 400 kilowattheures.

À cette époque, il était trop tôt pour envisager l'utilisation du lithium-ion. En Antarctique comme dans les applications spatiales, le prix n'était pas le facteur limitant. Prévalait plutôt le retour sur expérience en termes de durée de vie (dans un tel environnement) et plus encore de sécurité. Aujourd'hui, plus de quarante ans après ses balbutiements, le lithium-ion a finalement pris sa place dans les applications mobiles et de mobilité, où la taille et le poids de la batterie sont clés. Pour les applications stationnaires, en revanche, ces contraintes sont moindres et

UNE VICTOIRE AU SOLEIL !



© agoriasolarteam

Gagner une course, c'est bien gérer son capital énergie... L'équipe qui a remporté l'édition 2019 du World Solar Challenge (la « coupe du monde des véhicules solaires »), en Australie, en a apporté la preuve en faisant confiance à ENGIE pour la conseiller sur ce point. Les atouts pour prétendre à la victoire sont un véhicule économe, une bonne production solaire embarquée... et une batterie dont on connaît parfaitement les caractéristiques. Il s'agit de l'exploiter au mieux en fonction du vent contraire, du relief, de la température... sans tomber à court en vue de la ligne d'arrivée, mais également sans marge de sécurité trop importante. Grâce au Storage Lab d'ENGIE, qui a testé les cellules pressenties et a prodigué des conseils de mise en œuvre, les gagnants ont profité d'un pack de batteries homogène sans cellules en surexploitation. Ils étaient informés à tout moment de l'état de charge réelle de la batterie et pouvaient optimiser les batteries avant chaque étape. Cette gestion précise de l'énergie fut décisive.

“ Pour certains usages, la technologie lithium-ion ne sera pas toujours optimale ni abordable ”

doivent nous permettre de choisir une technologie faisant appel à des matériaux plus communs, moins controversés, et par conséquent encore moins chers en théorie.

Faudra-t-il attendre encore quatre décennies pour remplacer le lithium-ion ? Probablement pas, mais au moins une

décennie devra s'écouler avant qu'on ne trouve et améliore le bon candidat. La circonspection sera de mise, car l'intensité de la recherche dans ce domaine et la chasse aux soutiens financiers peuvent générer bon nombre d'annonces de « résultats sensationnels », mais finalement non confirmés, et propres à semer le doute.

En attendant, malgré les imperfections du lithium-ion, ENGIE continue à parfaire son intégration chez les utilisateurs, dans le réseau électrique ou les territoires encore non électrifiés. Tout un programme qui devient concret à grande vitesse. ■

RÉFÉRENCE

Le site de l'équipe gagnante du World Solar Challenge 2019 : www.solarteam.be/

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

Depuis 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.

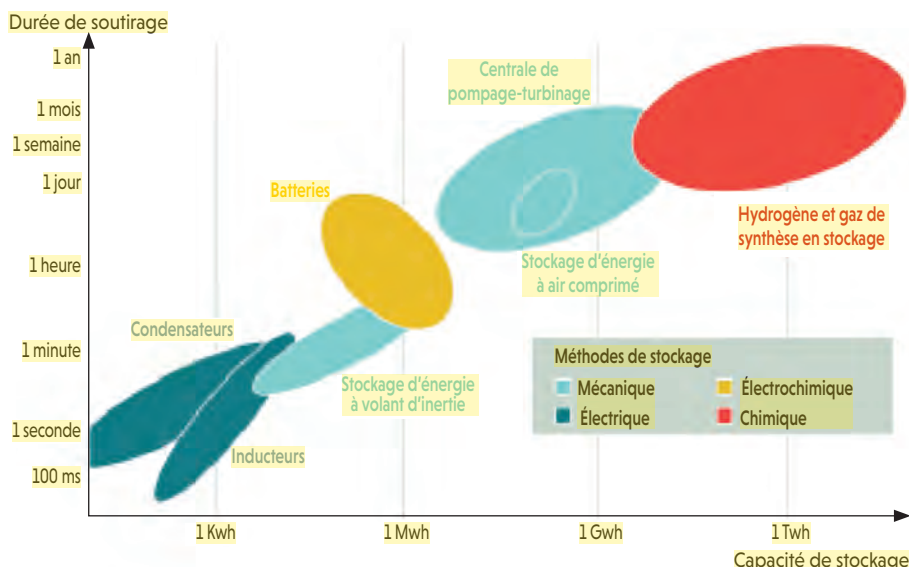
Dans ce mouvement irrésistible, les réseaux gaz et électricité ne peuvent plus être considérés isolément. Ils doivent au contraire être vus comme deux éléments indissociables d'un ensemble plus vaste – le système énergétique –, où le stockage de gaz, en tant que principal outil de flexibilité intersectoriel, 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 H₂*. 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