

La course à l'hydrogène «propre» s'annonce passionnante



Pierre Veya

On a perdu la trace de l'hydrogène. Il y a tout juste cinq ans, l'atome le plus répandu de l'univers, mais qui n'existe pas à l'état pur, était désigné comme le carburant du futur. L'essence nouvelle, qui allait sauver le moteur à combustion, a disparu depuis des écrans radars de l'investissement. Même les constructeurs automobiles, si prompts à vanter les perspectives de la voiture propulsée à l'hydrogène, n'en parlent quasiment plus. Que cache ce silence assourdissant?

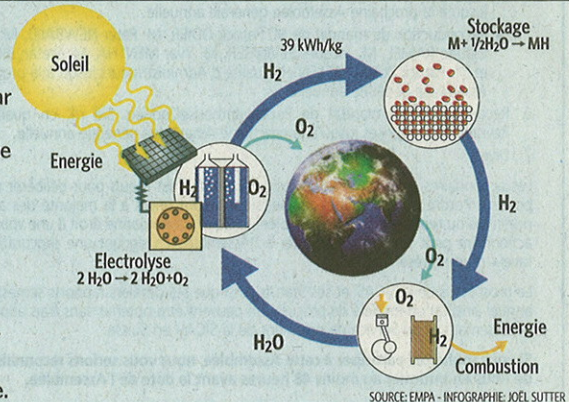
Un retour sur terre et aux fondements de la science. L'hydrogène a un avenir garanti devant lui mais, avant d'y songer, la filière doit surmonter trois obstacles majeurs. L'hydrogène n'est pas une source d'énergie mais un vecteur. Le vecteur est intéressant, mais à condition que H_2O soit d'origine renouvelable, qu'il puisse être stocké et distribué à des conditions économiques raisonnables. Les acteurs du secteur se sont vite rendu compte que les barrières vers la société de l'hydrogène seraient difficiles à franchir. Brûler de l'hydrogène fossile reformaté à partir de gaz naturel ou du charbon dans un moteur à combustion ne présente aucun intérêt; le rendement est mauvais et la pollution colossale. L'industrie automobile a choisi une autre voie. Les constructeurs privilégient la pile à combustible, dont le principe est simple et bien connu. A travers une membrane, on combine de l'hydrogène avec l'oxygène de l'air pour produire de l'électricité alimentant un ou des moteurs électriques. Les rendements sont meilleurs qu'une combustion directe, et la pollution des voitures pourrait

être réduite de 25 à 40% en utilisant de l'hydrogène extrait du gaz naturel. Mais ce n'est toujours pas très satisfaisant. On ne fait que déplacer le problème de la pollution sur les lieux de production de l'hydrogène; sans séquestration du CO_2 , les véhicules hybrides ou les biocarburants sont préférables. Au plan technique, les piles à combustible embarquées dans les premiers prototypes de voiture à hydrogène ont beaucoup progressé, mais sont encore très onéreuses et loin d'une commercialisation à grande échelle (dix ans selon les optimistes, trente pour les pessimistes).

Les vrais défis nous renvoient invariablement vers la difficulté d'extraire l'hydrogène propre et de le stocker de manière sûre et économique. L'industrie nucléaire (surtout française) rêve de produire en très grandes quantités l'hydrogène pur par électrolyse de l'eau et développe des réacteurs spécifiques dans la famille dite «de 4e génération». Les surgénérateurs, que l'on promet à l'horizon 2030, seront en compétition avec les énergies renouvelables. Car stocker le surplus d'énergie éolienne, solaire ou géothermique sous forme d'hydrogène fait partie des scénarios étudiés. Nicolas Hayek et le groupe électrique E proposent plus classiquement de miniaturiser les électrolyseurs qui craquent l'eau à partir d'électricité issue idéalement de panneaux solaires. En l'absence de données scientifiques et techniques pertinentes publiées sur le projet, le concept présente un intérêt purement économique: l'électricité à bas prix de nuit pourrait servir à la production décentralisée d'hydrogène. Ses promoteurs parlent de coupler cette production à des panneaux solaires installés sur le toit des maisons. Excellente idée, mais le rendement des cellules photovoltaïques actuelles relativise beaucoup l'intérêt de telles installations, à moins que les promoteurs

Le cycle de l'hydrogène

L'eau est scindée en hydrogène et en oxygène par électrolyse à l'aide d'énergie solaire. L'oxygène est relâché dans l'atmosphère, alors que l'hydrogène est stocké par absorption dans un solide.



SOURCE: EMPA - INFOGRAPHIE: JOËL SUTTER

ne cachent une percée technologique qui nous échappe.

La recherche est beaucoup plus ambitieuse et met en lumière deux filières propres très séduisantes. La première consiste à réaliser une photolyse de l'eau, soit d'utiliser l'énergie de la lumière (les photons) pour briser la molécule bleue. Cette conversion directe, qui s'opère directement au niveau de la cellule solaire, recourt à des photo-catalyseurs à semi-conducteur immergés dans un électrolyte aqueux ou dans l'eau. Les rendements obtenus sont encore assez faibles même si, dans les labos, on se rapproche des 10%. Des recherches remarquables ont été menées par des équipes de recherche de l'EPFL, de l'Université de Genève, du PSI et de l'Empa. Des travaux fondamentaux sont en cours pour améliorer la fiabilité des semi-conducteurs utilisés et augmenter les tensions électriques des dispositifs.

La deuxième approche, biologique, est tout aussi intéressante: elle vise à imiter ou à améliorer ce que font naturellement certains micro-organismes, comme les algues ou les bactéries. Il y a peu, deux chercheurs de l'Université de Genève (Jean-David Rochaix et Raymond Surzycki) ont, dans le cadre du programme de recherche européen SolarH, montré qu'il était possible d'augmenter par génie génétique la

production naturelle d'hydrogène que fabriquent les algues vertes et les cyanobactéries. Les voies synthétiques ou biologiques sont sans aucun doute le moyen le plus élégant et le plus économique de produire de l'hydrogène en grandes quantités. Car l'énergie solaire est infinie, et sa disponibilité spatiale compense les faibles rendements. Une course scientifique majeure s'est engagée au sein des grandes universités du monde, réveillant l'intérêt des premiers fonds de capital-risque, échaudés il y a peu encore par les difficultés rencontrées dans la filière hydrogène. Ils reviennent en force pour accompagner les premières sociétés qui se lancent dans la conversion directe (ou semi-directe), qui avance à grands pas grâce aux nanotechnologies. Mais disposer de l'hydrogène est une chose; savoir la stocker de manière rationnelle et à des coûts économiques s'avère tout aussi important. C'est le défi que relèvent les équipes du physicien Andreas Züttel, qui dirige le laboratoire de l'Empa «Hydrogen & Energy». Une des techniques poursuivie consiste à stocker l'hydrogène dans des métaux qui «aspirent» l'atome H_2O comme des éponges. Leurs travaux sont reconnus au plan mondial. Bref, contrairement aux apparences, la course vers l'hydrogène propre redvient passionnante.