

Comparaison de différentes méthodes de stockage : le stockage de 4 kilogrammes d'hydrogène, qui correspond à environ 24 litres d'essence, au moyen d'hydrures métalliques (par exemple Mg_2FeH_6 et $LaNi_5H_6$) demande beaucoup moins de place que les bouteilles de gaz et atteint presque la densité énergétique de l'essence. (Illustration: Empa)

Stockage complexe des gaz

Nombreux sont ceux qui considèrent l'hydrogène comme le support énergétique de l'avenir. Toutefois son stockage demeure toujours un casse-tête. Les hydrures métalliques – des métaux qui, à la manière d'une éponge, se gorgent d'hydrogène – sont une alternative à l'hydrogène sous pression ou liquéfié. Des chercheurs de l'Empa ont réussi une percée dans la production de nouveaux hydrures à haute capacité de stockage.

TEXTE: Ivo Marusczyk

Avec l'hydrogène, un rêve devient réalité: des tuyaux d'échappement d'où ne sort que de la vapeur d'eau. Dans plusieurs villes d'Europe on peut déjà voir des bus ou des voitures propulsés à l'hydrogène, et en Suisse, depuis le mois de mai 2009, la première balayeuse à hydrogène nettoie les rues de Bâle (voir page 12).

«Quelles que soient les sources avec lesquelles nous couvrirons à l'avenir nos besoins d'énergie, il nous faudra un support énergétique pour les voitures. Et l'hydrogène est le seul qui puisse servir relativement facilement et avec efficacité à cela.» déclare Andreas Borgschulte du laboratoire «Hydrogène et énergie» de l'Empa.

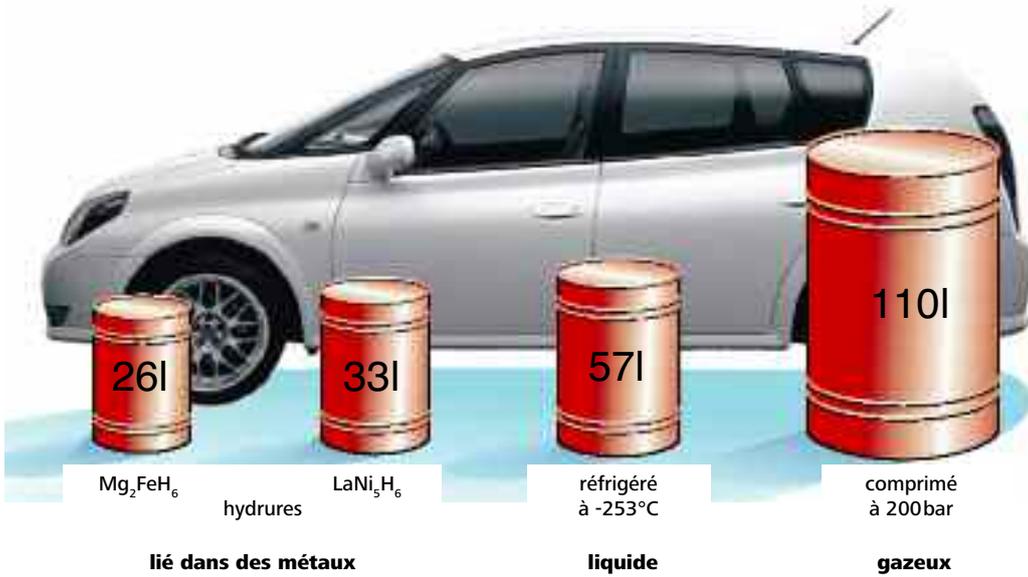
Mais d'ici que le diesel ou l'essence fassent place à l'hydrogène sur nos routes, il reste encore de grands défis à maîtriser. Malgré tous les succès enregistrés jusqu'ici, le stockage de ce carburant gazeux reste encore un casse-tête: comme réservoir on utilise soit des bouteilles de gaz sous une pression de 800 bar, soit les véhicules font le plein avec de l'hydrogène liquéfié à une température de -253 degrés Celsius, ce qui est à la fois compliqué et coûteux.

Une troisième possibilité qui serait aussi plus élégante: depuis le 18e siècle déjà, on sait que certains métaux peuvent absorber de grandes quantités d'hydrogène à la manière d'une éponge et peuvent ensuite à nouveau le libérer. Et cela à pression et température ambiantes.

Jusqu'ici trop lourds et trop chers

La réalisation de cette idée a jusqu'ici échoué du fait de deux problèmes. Les alliages de métaux appropriés, tels que le $LiNi_5$ sont beaucoup trop lourds et trop chers pour qu'on puisse les utiliser comme réservoir à hydrogène dans les véhicules. C'est pourquoi les scientifiques sont à la recherche de métaux légers disponibles en quantités suffisantes qui se prêtent au stockage de l'hydrogène. Un des candidats les plus intéressants est le borohydure de lithium $LiBH_4$, un hydruure complexe formé de lithium, de bore et d'hydrogène. Son gros avantage: il possède une «capacité d'accumulation gravimétrique d'hydrogène» particulièrement élevée et peut donc lier de grandes quantités d'hydrogène.

Toutefois jusqu'ici la synthèse de cet hydruure exigeait l'utilisation de solvants coûteux et toxiques. Avec le développement



d'une nouvelle méthode, les chercheurs de l'Empa ont réussi une percée sur la voie de l'accumulateur solide d'hydrogène. Dans une première étape, les chercheurs du laboratoire «Hydrogène et énergie» sont parvenus à produire du $LiBH_4$ directement à partir des éléments lithium, bore et hydrogène à une pression de 150 bar. En partant d'hydrure de bore, ils ont même réussi cette synthèse à pression ambiante et à la température modérée de 120 degrés Celsius. «Ainsi, en passant, nous avons aussi réfuté la théorie selon laquelle le bore et l'hydrogène ne réagissent entre eux que dans un milieu liquide ou à des températures extrêmement élevées», relève le chercheur de l'Empa Oliver Friedrichs.

Toutefois l'objectif d'obtenir cette réaction aux conditions ambiantes n'est pas encore totalement atteint. Les scientifiques de l'Empa sont actuellement à la recherche d'un catalyseur qui accélère la formation de $LiBH_4$. De plus, ils veulent encore élucider si cette méthode peut aussi s'utiliser pour la synthèse d'autres hydrures complexes. Ce succès leur donne des ailes. «C'est en tout cas une percée prometteuse» déclare Borgschulte. «Nous avons franchi un pas décisif vers la réalisation du réservoir à hydrure.» //

Une centrale énergétique décentralisée

Comme on le sait, tous les chemins mènent à Rome. A côté de l'hydrogène il existe encore d'autres supports énergétiques, tels que le bois ou le biogaz, qui peuvent servir à la production d'électricité. «Ces supports énergétiques sont – au contraire de l'hydrogène – facilement disponibles et relativement aisés à transporter» estime Peter Holtappels du laboratoire «Céramiques hautes performances». L'énergie chimique qu'ils renferment peut-être transformée en électricité au moyen de piles à combustible à oxydes solides (SOFC, en anglais Solid Oxid Fuel Cell) pour, par exemple, alimenter en énergie des bâtiments.

A la différence des piles à combustible «usuelles», l'élément de base des SOFC se compose d'un empilement de trois plaques de céramique dans lequel les deux plaques extérieures fonctionnent comme électrodes où se déroulent d'un côté la «combustion» du combustible et de l'autre la réduction de l'oxygène provenant de l'air, la plaque intermédiaire agissant comme électrolyte et isolant électrique. Ce sont ces réactions qui produisent de l'électricité et de plus aussi de la chaleur qui peut être utilisée, par exemple, pour la production d'eau chaude. Toutefois la température de fonctionnement des SOFC de 700 à 850 degrés Celsius est encore fort élevée, ce qui rend leur fabrication coûteuse nécessitant, entre autres, une isolation importante.

Holtappels et ses collègues travaillent à l'amélioration de l'efficacité des SOFC. «Nous effectuons de travaux de recherche sur de nouveaux matériaux permettant d'abaisser la température de fonctionnement à 600 degrés et qui devraient aussi conduire à une amélioration de l'efficacité des SOFC», explique Holtappels. Il existe déjà actuellement des bâtiments administratifs et des hôpitaux équipés de telles petites centrales énergétiques comme objets de démonstration mais ces piles à combustible doivent toutefois être contrôlées régulièrement. Si les optimisations visées par les chercheurs de l'Empa peuvent être réalisées avec succès, des immeubles d'habitation pourraient disposer à l'avenir de leur propre centrale énergétique grâce aux SOFC.