

# Les deux visages d'une ép

Une équipe genevoise a découvert un alliage capable d'absorber et de stocker de grandes quantités d'hydrogène dans des conditions ambiantes. Ce composé pourrait jouer le rôle d'un détecteur de gaz efficace et bon marché

Pour Klaus Yvon, cela ne fait aucun doute: c'est l'hydrogène qui remplacera les énergies fossiles condamnées à s'épuiser un jour ou l'autre. Le professeur responsable du Laboratoire de cristallographie admet certes que tout n'est pas encore au point et que plusieurs arguments, surtout économiques, plaident pour l'instant en défaveur de ce nouveau type de combustible. Mais cela ne l'empêche pas d'œuvrer sans relâche à la préparation de notre avenir. Avec un certain succès, d'ailleurs. Dans un article paru dans la revue *Physical Review Letters* du 18 février, lui et ses collègues décrivent en effet un nouvel alliage de lanthane, magnésium et nickel ( $\text{LaMg}_2\text{Ni}$ ) capable d'absorber, comme une éponge, d'énormes quantités d'hydrogène à température et pression ambiantes. Mieux: ce composé, qui se comporte comme un métal conducteur en temps normal, devient subitement un isolant électrique lorsqu'il est gorgé d'hydrogène. Une propriété inattendue qui ouvre la voie à la conception d'un détecteur efficace de ce gaz.

## Troisième voie

«Un des grands défis technologiques que pose une énergie basée sur l'hydrogène est le stockage du gaz, explique Klaus Yvon. Il faut dépenser une quantité considérable d'énergie pour le garder sous forme liquide. Sous forme gazeuse, il prend beaucoup de place, même sous une pression de plusieurs centaines de bars. La troisième voie, que nous explorons depuis plus de vingt ans, est celle des hydrures métalliques. Ces alliages peuvent en effet contenir, au sein de leur matrice, une concentration d'hydrogène

*plus importante que l'hydrogène liquide lui-même. Et sans danger.»*

En pratique, ces hydrures absorbent le gaz à une température et une pression données et le restituent si l'on augmente légèrement le premier paramètre ou si l'on diminue sensiblement le second. La plupart des composés découverts jusqu'ici fonctionnent dans des conditions peu propices à leur exploitation: il est souvent nécessaire de les chauffer à plusieurs centaines de degrés pour qu'ils «avalent» ou relâchent le gaz. Le mécanisme exact de ce phénomène d'absorption est resté longtemps méconnu puisque l'apport d'hydrogène perturbe grandement la structure cristallographique des composés, empêchant toute modélisation ou calcul théorique.

Sur ce dernier point, le  $\text{LaMg}_2\text{Ni}$  permet une avancée notable. En effet, la structure cristalline de cet alliage reste ordonnée, même après l'absorption du gaz. Les chercheurs ont donc pu étudier plus facilement le phénomène. Ils ont ainsi compris que les atomes d'hydrogène s'immiscent dans le  $\text{LaMg}_2\text{Ni}$  par des interstices naturels et capturent, dès qu'ils le peuvent, un électron libre circulant dans l'alliage. Ils s'en servent pour se lier avec les atomes de nickel et composer ainsi des molécules de  $\text{NiH}_4$ . En fait, la concentration d'hydrogène

absorbé dépend du nombre d'électrons de valence des constituants de l'alliage. Les chercheurs genevois ont eu droit à une dernière surprise en remarquant que si le  $\text{LaMg}_2\text{Ni}$  est un conducteur électrique, le  $\text{LaMg}_2\text{NiH}_7$  (c'est-à-dire lorsqu'il est saturé d'hydrogène) est un isolant. «C'est la première fois que l'on

## Les atomes d'hydrogène s'immiscent dans le $\text{LaMg}_2\text{Ni}$ par des interstices et se lient à un électron libre

observe ce phénomène de changement d'état chez un composant intermétallique», note Klaus Yvon. Cette particularité a naturellement débouché sur l'idée d'un détecteur d'hydrogène.

«Un des arguments – très exagéré – contre l'utilisation d'hydrogène comme combustible est sa dangerosité, explique-t-il. Si un jour son utilisation se popularise, il faudra bien disposer de systèmes de sécurité efficaces et capables de repérer la moindre fuite du gaz. De tels détecteurs existent déjà, car de nombreuses entreprises et laboratoires de recherche utilisent de l'hydrogène quotidiennement. Mais ils sont chers. Un détecteur basé sur la propriété semi-conductrice du  $\text{LaMg}_2\text{Ni}$  aurait l'avantage d'être bon marché, puisqu'il suffirait d'utiliser une toute petite quantité de ce matériau.»

# tondeuse à hydrogène



La tondeuse à gazon de Klaus Yvon, professeur de cristallographie, est munie d'un réservoir à hydrogène.

En ce qui concerne le stockage d'hydrogène proprement dit, le  $\text{LaMg}_2\text{Ni}$  ne représente toutefois pas la panacée: on ne l'utilisera jamais comme réservoir de carburant dans les voitures. Comme les autres hydrures mis au point à ce jour, cet alliage est beaucoup trop lourd et trop cher pour se rendre utile dans ce genre d'applications.

## Marché de niche

En plus, ces matériaux ne stockent qu'au maximum 2% de leur masse en hydrogène, alors qu'il faudrait atteindre au moins un taux de 6% pour intéresser l'industrie automobile – un seuil fixé par le Département américain de l'énergie pour assurer une autonomie de 500 kilomètres. «Le  $\text{LaMg}_2\text{Ni}$  peut

*néanmoins trouver une niche sur le marché, précise le chercheur. Il peut servir comme réservoir d'hydrogène dans des piles à combustible de petite taille dont on pourrait munir les téléphones ou les ordinateurs portables, par exemple.»*

Quoi qu'il en soit, Klaus Yvon ne baisse pas les bras. Il continuera à chercher de nouvelles «éponges à hydrogène», comme il le fait déjà depuis vingt ans. «Les découvertes doivent beaucoup au hasard, souligne-t-il. Notre équipe découvre en moyenne un nouvel hydrure par mois. Tous les cinq ans environ, on tombe sur un alliage aussi intéressant que le  $\text{LaMg}_2\text{Ni}$ . J'ai donc bon espoir d'en trouver d'autres avec des propriétés totalement inattendues.» ■

Anton Vos

## Un gazon tondu depuis quatorze ans grâce à l'hydrogène

Comme beaucoup de gens, le professeur Klaus Yvon tond son gazon une fois par semaine durant la belle saison. Sauf qu'il le fait avec une tondeuse munie d'un réservoir à hydrogène. Il s'agit d'un alliage de titane, vanadium, chrome et manganèse qui absorbe le gaz et le restitue dans des conditions ambiantes. A l'occasion du quatorzième anniversaire de l'engin, le professeur genevois fait le bilan de l'opération.

**> Avantages:** L'hydrogène ne pollue pas et ne dégage aucune odeur. Contrairement à l'essence, il peut être produit à partir d'énergies renouvelables (photovoltaïque, hydroélectrique, etc.). Le gaz stocké dans un hydrure est sans danger. Le moteur semble nettement plus silencieux et est très fiable: il n'a pratiquement pas nécessité de réparations en quatorze ans.

**> Inconvénients:** Le réservoir coûte cher et est lourd: il ajoute 8 kilos au poids total de la tondeuse. Il n'existe pas de réseau de distribution d'hydrogène. Le prix de l'hydrogène, par rapport à l'essence, est également supérieur, mais dans le cas d'une tondeuse à gazon, cela ne fait pas de réelle différence. L'autonomie du moteur à hydrogène (30-40 minutes), même si elle est supérieure à celle des tondeuses à batteries, est nettement inférieure à celle des tondeuses à essence (2 heures). Et faire le plein d'hydrogène peut prendre jusqu'à trente minutes, à moins de disposer de réservoirs de rechange. **A.Vs**