



© DR

> **PAUL LUCCHESI,**
CHEF DE PROJET
HYDROGÈNE ET PILE
À COMBUSTIBLE
À LA DIRECTION DE
LA RECHERCHE
TECHNOLOGIQUE DU CEA

TRANSPORT

> PAUL LUCCHESI | INTERVIEW

HYDROGÈNE, L'ÉNERGIE QUI TOMBE PILE ?

— Pour se substituer aux carburants d'origine pétrolière et réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'hydrogène fait son chemin. Avec les piles à combustible, les chercheurs tentent de faire passer les véhicules à hydrogène des circuits d'essai aux autoroutes de demain.

Q:

Quel est l'impact environnemental des transports dans les pays développés ?

R: Le problème est essentiellement l'émission des gaz à effet de serre (GES), dont le plus important est le gaz carbonique (CO₂). Les constructeurs automobiles sont moins armés que pour les autres polluants car le rejet de ce gaz est intrinsèquement lié à l'utilisation des

carburants d'origine pétrolière. Or ces derniers sont appelés à perdurer encore un certain temps. Pourtant, les normes internationales, établies à la suite de la réunion de Kyoto, sont prêtes: 120 g/km de CO₂ en 2008, puis 100 g/km quatre à sept ans plus tard. Pour atteindre ces niveaux, les constructeurs misent soit sur les moteurs à injection directe, soit sur les véhicules hybrides: un moteur électrique secondé d'un moteur à combus-

tion interne, lequel recharge les batteries du premier, beaucoup plus efficace en ville. La réduction consécutive de 20 à 30 % de la consommation permettra d'atteindre l'objectif.

Il existe pourtant une solution plus radicale: le véhicule tout électrique. Soit il embarque des batteries en grand nombre, soit il dispose d'une source d'électricité comme une pile à combustible (PAC) utilisant l'hydrogène. Si ces véhi-

cules à PAC ne rejettent que de l'eau, la production de l'hydrogène doit, elle aussi, être propre. Il faut donc, dans un premier temps, développer des moyens de production à partir des hydrocarbures qui soient aussi peu polluants que possible.

Q:

Quelles sont les autres difficultés rencontrées dans le développement du véhicule à PAC ?

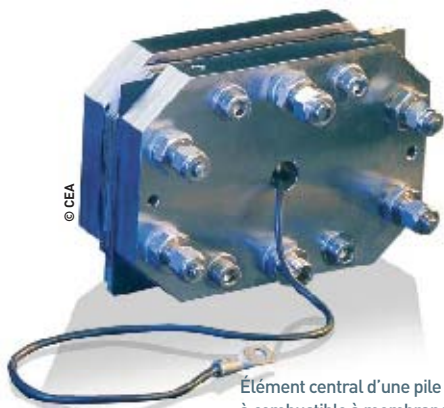
R: La plus importante est sans doute la mise en place de la chaîne de distribution du combustible. Distribuer de l'essence est, *a priori*, moins contraignant que de distribuer de l'hydrogène. Ensuite, les PAC sont encore trop chères et leur durée de vie reste inférieure à celle d'une motorisation classique. Cela est dû au prix des composants, mais aussi de tout l'environnement de la pile, encore très complexe : compresseurs, refroidisseurs, contrôle-commande automatique pour piloter ces périphériques, etc. Il faut à la fois simplifier le système et en ralentir le vieillissement, un problème classique des matériaux organiques comme la membrane des piles. De plus, le fonctionnement de cette motorisation peut être difficile à certaines températures : il n'y a pas d'antigel pour les PAC !

Q:

Quels sont les programmes de recherche nécessaires et comment s'organisent-ils ?

R: En France, l'Agence nationale de la recherche (ANR), tout juste créée, a retenu d'emblée le thème de l'hydrogène et en a défini les modalités de développement au sein du Plan d'action national sur l'hydrogène et les piles à combustible (PAN-H)¹. Ce plan donne le cadre d'un partenariat entre les constructeurs automobiles et des instituts de recherche, notamment l'Institut français du pétrole (IFP).

Dans un premier temps en effet, l'hydrogène devra être produit à partir de gaz naturel ou de produits pétroliers. Dans cette configuration, la PAC sera moins intéressante, du point de vue de



Élément central d'une pile à combustible à membrane, utilisant l'hydrogène pour produire de l'électricité.

l'émission des GES, que les motorisations hybrides, voire les moteurs à injection directe. Il serait surprenant qu'en l'absence de cet argument environnemental, les constructeurs proposent des motorisations à base de PAC. Le premier travail sera donc de développer des méthodes propres de production d'hydrogène. En Europe, la plate-forme technologique dédiée à l'hydrogène et aux piles à combustible, baptisée HFP Europe², structure les efforts. Le CEA y participe au sein d'un groupe de trente personnalités, représentants d'institutions ou de groupes industriels, qui élaborent des recommandations en direction des États membres et de la Commission européenne, *via* un groupe-miroir en relation avec les gouvernements nationaux. Des sous-groupes techniques se chargent des normes, de la sécurité, de la production, etc. Au niveau mondial, la collaboration IPHE³ réunit 17 pays, dont la France. Les orientations y sont différentes, les participants ne se retrouvant pas tous sur les mêmes objectifs. Le CEA participe aux comités techniques.

Q:

Les industriels mènent leurs recherches avec un objectif commercial. N'est-ce pas gênant dans l'avancement de ces programmes ?

¹ Les projets soumis à l'approbation de PAN-H sont gérés par le CEA et l'Ademe (Agence gouvernementale de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). Le comité directeur de PAN-H est presque entièrement constitué d'experts issus du CEA. ² Voir le site <http://www.hfpeurope.org>. ³ International partnership for the hydrogen economy, créée à l'initiative du Department of energy américain. ⁴ L'Agence nationale de la recherche et sa cellule Nouvelles technologies de l'énergie.

R: Les investisseurs sont partout les bienvenus. Plus ils développent leurs recherches, plus ils auront besoin de compétences extérieures – celles des laboratoires publics, par exemple –, et donc, meilleur sera le financement. En France, le réseau PACo, puis maintenant l'ANR⁴, diffuse des informations tendant à aplanir cette difficulté en stimulant tous les travaux sur l'hydrogène.

Q:

Quelles seront les sources d'énergie du futur ?

R: Les énergies renouvelables seront sans doute incapables à elles seules de couvrir la totalité des besoins mondiaux. De plus, les constantes de temps en matière de changement de systèmes énergétiques sont très grandes. En effet, s'il existe déjà des maisons autonomes en énergie, au stade expérimental, voire qui produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment, nous ne pourrions instantanément remplacer les habitations existantes par des logements produisant toute l'énergie nécessaire *via* des panneaux solaires. Quelle qu'elle soit, l'évolution de notre couverture énergétique prendra du temps, et dans cette perspective, l'hydrogène jouera sans doute un grand rôle. Bien sûr, une rupture technologique pourrait survenir avec, par exemple, des batteries suffisamment légères et efficaces qui rendraient caduc le développement de la filière hydrogène. Cependant, les recherches longues et massives sur ce sujet sont demeurées stériles en termes de développement industriel.

Il est également possible que, de la même manière, les problèmes rencontrés par l'hydrogène ne trouvent pas de solution ! D'où l'intérêt d'explorer plusieurs voies simultanément et de se regrouper sur de vastes échelles ; c'est la carte que joue le CEA. L'enjeu est à la hauteur des défis technologiques. ■