



Le CEA est devenu depuis 1998 un acteur majeur dans le domaine de la pile à combustible depuis que plusieurs ministres lui ont demandé d'investir fortement dans le domaine des piles à combustibles. Depuis 2ans le CEA s'est rapproché du monde industriel sur ce sujet pour améliorer les performances des piles à combustible.

Traditionnellement, les usages de la PaC sont segmentés en 3 secteurs:

- ✓ La pile PEMFC, celle que l'on donne comme étant la future pile pour les transports,
- ✓ La micro pile à combustible, que l'on imagine très bien dans le domaine des objets portables, depuis le téléphone jusqu'aux petits outillages,
- ✓ La pile pour les applications stationnaires, qui est plutôt de type SOFC qui fonctionne à haute température.

Je vais insister sur les 2 premiers points car je pense que la pile pour le stationnaire n'est pas vraiment notre sujet aujourd'hui, donc je n'en reparlerai pas.

Aujourd'hui, dans les constituants d'une pile, il y a la membrane, les plaques bipolaires. Ce que fait la recherche de manière habituelle, c'est de travailler sur chacun des composants pour arriver à en maîtriser la fiabilité et les coûts.

Aujourd'hui, quelles sont les avancées sur chacun de ces points ?

Vous voyez très bien sur cette présentation, l'objectif est d'arriver réduire le volume de la pile en amincissant les membranes et de réduire la quantité de platine. La quantité de platine est aujourd'hui rédhibitoire, pour les piles de 60 Kilowatts, nécessaire pour le transport, on aurait de 60 à 80 grammes de platine pour chaque véhicule, et l'on utiliserait tout le platine disponible de la planète. Donc, il y a des éléments qui sont vraiment clés sur lesquels aujourd'hui il faut progresser. Sur les membranes, il y a effectivement des avancées. On travaille aujourd'hui sur des membranes fonctionnant à plus haute température, des membranes composites, permettant de monter jusqu'à 150° en température. La mise en œuvre de ces membranes par des procédés comme SOLGEL, permettrait d'avoir des membranes que l'on pourrait produire en grandes quantités, en continu et sans rupture.

Tant sur la membrane que sur les plaque bipolaires ou sur le catalyseur des progrès sont faits, la pile à combustible d'aujourd'hui n'a rien à voir avec celle que l'on exhibé il y a 10 ans, mais globalement, sur ces piles à combustibles PEMFC, on a conscience que ces progrès ne seront pas suffisants, que l'on n'aura pas le cyclage qui va bien pour les usages que l'on attend. Les meilleures piles fonctionnent 500 cycles alors qu'il en faudrait 4000, et plus grave, on ne voit pas comment la

rupture technologique pourrait se produire. On ne voit pas d'avancée dans ce domaine là. Même s'il y a des avancées sur les composants, il n'y a pas d'avancée sur le stac. C'est-à-dire, chacun des composants amène un mieux, mais globalement le système lui même ne permet pas d'envisager une fiabilité raisonnable en dehors des domaines qui resteraient le prototypage ou la validation pour des tests ou des démonstrations. Cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de marché ; car même le CEA a essaimé et encouragé la création d'une stat up qui commercialise des EME (électrode, membrane, électrode), parce que de nombreux industriels et laboratoires souhaitent valider des composants, les assembler, tester des performances d'usages.

En résumé, l'amélioration technologique de la pile PEMFC progresse bien, mais ce ne sont pas ces technologies là, qui seront commercialisées pour un usage de traction automobile. Ce message semble être partagé aujourd'hui par l'ensemble des acteurs industriels de ce domaine.

Maintenant, je vais vous parler des micro piles, parce que je pense que c'est en s'inspirant de ce qui s'y est passé qu'on pourrait peut être imaginer une pile à combustible dans le futur qui soit complètement différente.

La réflexion sur les micro piles est venue au CEA par la demande croissante de d'énergie dans le téléphone portable ; il y a 5 ans, déjà les industriels japonais annonçaient le remplacement des batteries par des PaC. Dans contexte, le CEA à Grenoble, qui est le centre de la micro électronique et le centre de compétence sur les piles à combustible, un petit groupe d'expert s'est réuni afin d'imaginer un système pile innovant en rupture pour rattraper l'avance potentielle qu'avaient prise les industriels japonais. Le résultat aujourd'hui, est que le CEA a effectivement conçu un système pile qui est une hybridation entre de l'électrochimie et de la micro électronique, c'est-à-dire que l'on fait des piles à combustible sur du silicium. Les progrès sont conséquents puisque les cœurs de piles sont aux meilleures performances mondiales. La stabilisation des performances est telle que le CEA passe actuellement des accords avec des sociétés industrielles pour industrialiser la technologie.

Comment est fait ce système pile ? L'alimentation en hydrogène est réalisée à partir d'une cartouche, qui contient un produit solide. L'hydrogène gazeux n'est produit que lors de l'utilisation de cette cartouche. Vous l'avez vu tout à l'heure, il faut 4 cm² de PaC sur silicium pour alimenter la pile et une batterie tampon. Avec cela, l'autonomie de votre téléphone portable sera augmentée d'un facteur 3 à 4, avec des cartouches qui seraient commercialisées dans les bureaux de tabac. Avoir un industriel est réellement indispensable pour voir aboutir une technologie pile à combustible. Cette démarche de partenariat qui s'est engagé sur des objectifs précis de commercialisation va permettre la mise au point d'un vrai produit industriel.

On voit bien en parallèle, une démarche de petits pas sur les piles, aussi bien sur les SOFC que les PEMFC, qui permettront d'avoir des prototypes et de se faire la main sur un certain nombre d'objets, qui permettront d'avancer, de voir comment ça fonctionne, qu'est-ce qu'on pourra en tirer d'un point de vue industriel ... mais qui n'auront jamais les caractéristiques d'un produit industriel.

Mais c'est en pensant la pile différemment, comme on a pu la faire avec la micro pile à combustible, qu'on a pu réaliser une réelle rupture. Cette analyse est partagée au niveau national.

Vous avez tous suivi ce qui s'est passé l'année passée lors du débat sur l'énergie. Il y a eu plusieurs rapports de réalisés qui ont alimenté le débat et posé des axes de réflexion au politique. En particulier, il y a eu le rapport "Chambolle" sur l'énergie, et les énergies renouvelables qui s'interrogeait sur des questions beaucoup plus pragmatiques en s'intéressant aux objectifs « raisonnables » pour avoir un bouquet énergétique plus diversifié dans 20 ans et qui a émis des recommandations. Ce rapport "Chambolle" qui a été diffusé de manière officielle au mois de Mai dernier, a eu pour conséquence une demande plus précise des ministères vers leurs services pour une mise en œuvre de ces recommandations. Pendant l'été, un certain nombre de groupes de travail se sont réunis. Ils sont aujourd'hui en phase de rendre un rapport, qui devrait faire l'objet d'une réunion interministérielle, dans les 15 jours qui viennent.

Les directives de l'Etat, lorsque les groupes de travail ont été composés, ont été de dire qu'il n'y aurait de programme national que si se manifestait une volonté et un consensus industriel, sur des thèmes et des sujets communs. S'il n'y a pas accord entre la recherche et l'industrie pour travailler ensemble, il n'y aura pas de programme national. C'était une contrainte forte qui a été donnée sur toutes les thématiques. Sur l'hydrogène, le groupe de travail "Pan-H" (plan d'action national sur l'hydrogène) s'est réuni 7 ou 8 fois pendant l'été pour faire avancer la réflexion, trouver des thèmes communs, en fait valider des axes de travail pour avancer sur ces sujets. Tous les ministères, même le ministère des transports, et tous les acteurs de la filière étaient présents. Il est clair que si une filière hydrogène doit aboutir, il faut que tout le monde soit d'accord. Il y avait également une volonté de subsidiarité vis-à-vis des programmes Européens. Un groupe de Haut Niveau a été mis en place depuis 2 ans au niveau Européen, il a décidé de la création d'une plate forme Hydrogène. L'objectif de ce groupe national a été de définir des axes de recherche mais aussi de déploiement qui soient en subsidiarité par rapport à l'Europe mais en s'appuyant sur des points forts Français.

Le programme Pan-H est donc construit dans un cadre pluriannuel, qui s'inscrit dans une réflexion sur le futur de la recherche publique, qui devrait être repris par l'agence de la recherche qui devrait fonctionner sur des objectifs et non sur des projets ponctuels.

Aujourd'hui, la communauté scientifique et industrielle s'implique sur ce thème pour que l'on aboutisse, dans la durée, sur des objets industriels. Et on avance sur des voies, des possibilités de réussite, avec effectivement comme dans l'industrie, des points "si on ne passe pas ce cap là, ce n'est

pas la peine de continuer, on revient en arrière, on refait autre chose", mais dans une dynamique qui doit être très proche de celle de l'industrie. On a abouti à un consensus industriel avec les acteurs de la filière ; un projet système pile, un projet pipeline qui se traduit clairement par "comment pourrait-on distribuer l'hydrogène" ; un projet pour produire de l'hydrogène ; des procédés électrolyse, des procédés hautes températures... mais aussi pour produire de l'hydrogène à partir de la biomasse d'origine forestière. Ceci donne un hydrogène très vert, très écologique. Ce procédé de production d'hydrogène à partir de la biomasse permet également lors d'une étape intermédiaire de développement de produire du carburant de synthèse. Ainsi dans 10 à 15 ans il est possible de produire un carburant de synthèse ayant la composition du gazole et plus tard de l'hydrogène qui serait produit par cette même filière, à partir de la biomasse végétale pas agricole, mais d'origine bois-forêt, et déchets végétaux.

Pour revenir au programme Pan-H, il est structuré autour 3 pôles recherche technologique, innovation, expérimentation-déploiement avec un comité de pilotage unique. Cette structure de projet n'est pas complètement décidée, elle sera en discussion en inter ministériel. Cette organisation est fondamentalement différente de l'organisation du réseau "PACO", où la coordination ne concernait que des petits projets de 2 ou 3 acteurs. Aujourd'hui, on a une vision nationale, que l'on partage avec les pouvoirs publics, que l'on va consolider, en construisant des projets qui vont dans cette direction. On ne va pas s'éparpiller pour aller n'importe où.

Voilà ce que je voulais vous dire. Je suis prête à répondre à toutes vos questions.

Je remercie beaucoup Jacqueline EYMARD de l'effort d'information très fraîche sur l'actualité nationale sur la pile à combustible. Peut être êtes-vous plus ou moins intéressés, connectés à ce sujet. Tous les industriels du transport se préoccupent obligatoirement de l'emploi de la pile à combustible. On a vu ces derniers mois un certain nombre de grands industriels "échoppés" complètement sur la fiabilité des technologies qui étaient mises en œuvre. Le CEA apporte d'une part une note très originale pour dire "ça va marcher". Il y a des clés technologiques qui se mettent en place, on est dans les petites puissances mais vous avez vu les densités croître avec des objectifs relativement précis. Et puis sur le plan de la recherche, de la coordination industrielle, on se focalise sur un grand projet mieux coordonné, mieux ciblé, dans lequel effectivement, on voit apparaître nombre d'acteurs motivés. Je te remercie, Jacqueline, de cette présentation tout à fait d'actualité qui nous permet de mieux nous positionner dans cette optique de développement.