

Compte-rendu de la journée interacadémique De l'académie de Bourgogne - Franche-Comté (Besançon et Dijon)

Centre de service et de recherche sur les systèmes hydrogène-énergie (Belfort) :
mercredi 10 juin 2026

POUR LA JOURNÉE interacadémique du mercredi 10 juin 2026, l'Union des professeurs de physique et de chimie a proposé aux enseignants de Bourgogne et de Franche-Comté la visite des laboratoires du FCLAB et de l'entreprise H2SYS. Ces deux visites furent précédées d'une conférence de Marie-Cécile Péra, directrice du FCLAB sur la filière hydrogène-énergie.



Nous avons été accueillis par Marie-Cécile Pera, directrice du FCLAB, qui nous a accompagnés une bonne partie de la journée. Celle-ci s'est déroulée en trois temps :

- ◆ apports scientifiques sur l'hydrogène et les piles à combustible (PAC, cf. figure 1) sous la forme d'une conférence dans une salle de réunion ;
- ◆ visite des laboratoires du FCLAB ;
- ◆ visite de l'entreprise H2SYS.

Présentation du laboratoire FCLAB

Le FCLAB est un centre de ressources techniques et scientifiques dédié aux systèmes de la filière hydrogène-énergie. Il a vu le jour en 1999 suite à l'initiative de Jean-Pierre Chevènement, convaincu de l'importance de faire le lien entre la recherche et l'industrie autour du stockage de l'énergie intermittente (solaire, éolien) via l'hydrogène.

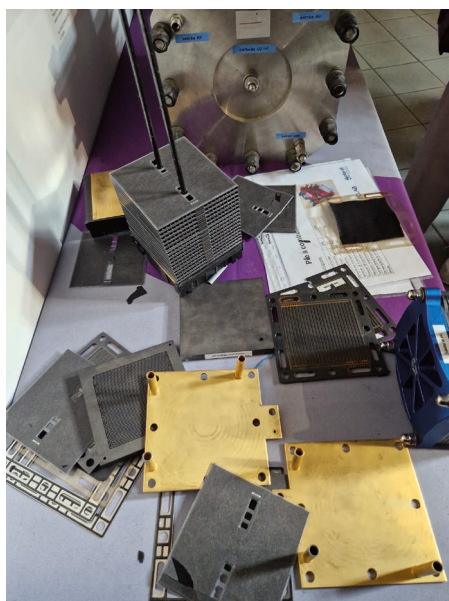


Figure 1 - Pile à combustible (PAC) démontée.

Les différents axes de travail du laboratoire sont les suivants :

- ◆ recherche et innovation sur l'intégration des systèmes hydrogène dans des usages pour le transport ou les fonctionnements en mode stationnaire (station de production de H_2 par exemple) ;
- ◆ essais et caractérisation de composants et systèmes de la filière hydrogène-énergie, comme l'électrolyse, le stockage et la conversion en électricité ;
- ◆ études d'ingénierie, de faisabilité, prototypage et tests de prototypes ;
- ◆ formations pour des partenaires institutionnels ou privés, du niveau généraliste au sur-mesure.

Apports scientifiques

Des gisements d'hydrogène natif ont récemment été découverts, le gaz est produit de façon régulière dans le manteau terrestre, mais les ressources exploitables restent très mal connues, tant en quantité qu'en conditions d'extraction. L'hydrogène n'est donc pas une source d'énergie à l'heure actuelle, mais seulement un vecteur d'énergie, au même titre que l'électricité. L'élément hydrogène (H) est abondant sur Terre, mais majoritairement sous forme combinée au carbone, à l'oxygène..., et non sous forme de molécule de dihydrogène (H_2).

La production de dihydrogène reste aujourd'hui majoritairement carbonée (96 % issue d'énergies fossiles), principalement par reformage du méthane. L'électrolyse de l'eau, plus propre, produit 4 kg CO_2 /kg H_2 avec le mix énergétique français. Une nouvelle réglementation européenne (juillet 2025) identifie trois catégories de dihydrogène : renouvelable, bas carbone ou carboné.

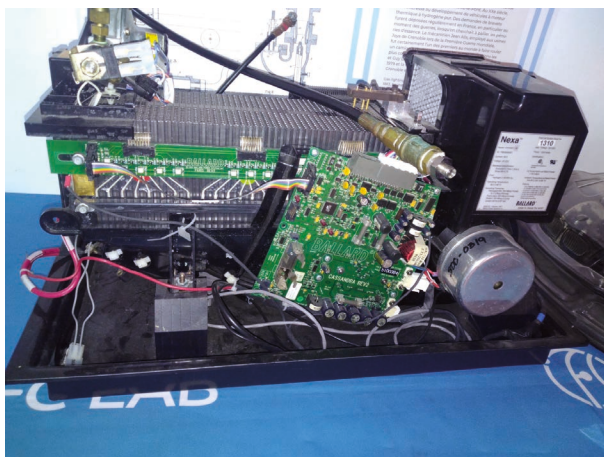


Figure 2 - Un des premiers modèles de pile à combustible de 10 kW.

La pile à combustible (PAC), découverte en 1839 par Sir William Grove, produit de l'électricité, de l'eau et de la chaleur par réaction exothermique. La technologie dominante est la PEMFC (*Proton Exchange Membrane Fuel Cell*, en français Pile à combustible à membrane échangeuse de protons), dont la membrane en NafionTM assure le transfert d'ions H^+ entre les deux électrodes. Son intégration dans la mobilité passe par une hybridation PAC/batterie, chaque technologie compensant les limites de l'autre (dynamique de puissance, récupération d'énergie au freinage). Des applications concrètes existent dans les domaines maritime (ferry norvégien, pousseur Elektra) et terrestre (voitures Hyundai Nexa ou Toyota Mirai, bus H_2) et sont en projet pour l'aéronautique (avion H_2 d'Airbus).

Visite des locaux du FCLAB

Le laboratoire dispose de bancs d'essai pour piles à combustible et électrolyseurs, dont un banc délivrant une puissance de 150 kW nouvellement installé. Les travaux portent sur la régulation (température, pression, humidité), le vieillissement des piles à combustible et le développement de méthodes de diagnostic non intrusif à partir du suivi des grandeurs électriques et thermiques. Une partie des recherches intègre des approches par intelligence artificielle (utilisation de réseaux de neurones pour traiter l'ensemble des données récoltées dans le but d'ajuster les paramètres de modèles multi-échelles).

Visite de l'entreprise H2SYS

Pour terminer la journée, nous avons pu visiter l'entreprise H2SYS, créée en 2017 par six chercheurs du FCLAB. L'entreprise fabrique des systèmes pédagogiques (pile + batterie + électrolyseur + stockage) ainsi que des groupes électrogènes fonctionnant au dihydrogène. Nous avons pu voir l'intérieur d'un groupe électrogène de 80 kW (cf. figure 3 ci-contre... de l'extérieur, car il était interdit de prendre des photos avec vue de l'intérieur) avec ses différents composants. H2SYS propose ce type de groupes électrogènes à la location, ceux-ci étant particulièrement adaptés aux chantiers urbains et aux manifestations (festival de musique, village d'arrivée du Tour de France...), puisqu'ils ont la particularité



Figure 3 - Groupe électrogène H_2 fabriqué par H2SYS.

d'être silencieux et de ne pas rejeter in situ de polluants, contrairement aux groupes électrogènes à essence ou diesel. L'entreprise est également qualifiée pour réaliser des tests de qualification de PAC et réservoirs à dihydrogène.

Philippe Robert