

## Le système pile à combustible : un réacteur électrochimique avec ses sous-systèmes auxiliaires

Les auxiliaires de la pile à combustible assurent :

- L'apport d'air à la cathode, aux bons niveaux de pression, température et humidité ;
- L'apport d'hydrogène à l'anode et sa recirculation ;
- Le maintien de la température de la pile et l'évacuation de la chaleur produite par la réaction.

Le bon dimensionnement et fonctionnement de ces auxiliaires est fondamental pour **la performance, la durabilité et le coût** de la pile à combustible.

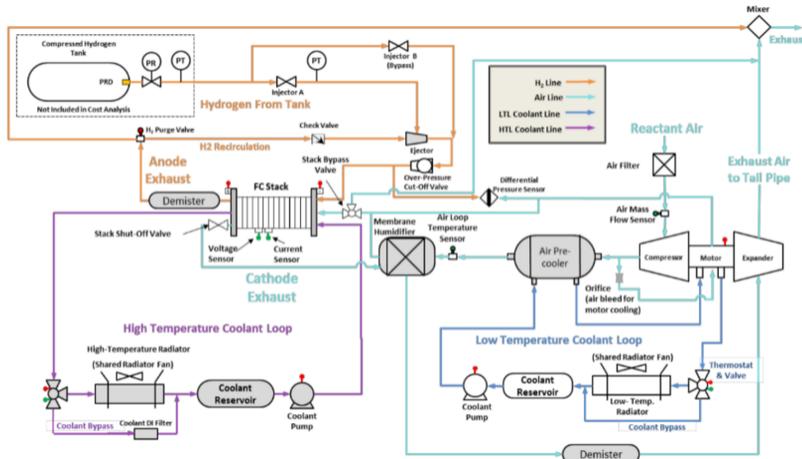


Schéma d'un système pile à combustible composé des boucles air, hydrogène et de refroidissement. Source: James et al. *Transp. Fuel Cell Cost Anal.* (2018).

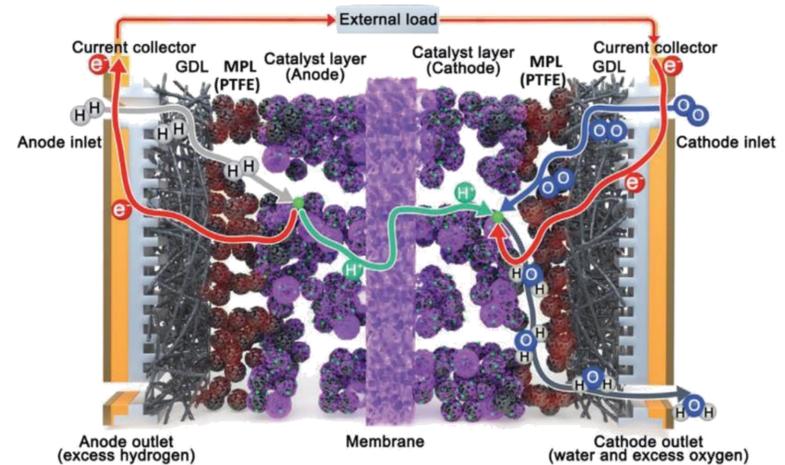


Schéma du fonctionnement d'une pile à combustible à membrane échangeuse de protons (PEM). Source Suter et al. *Adv. Energy Mater.* 2101025 (2021).

## Notre historique

Presque 30 ans d'expérience sur les systèmes pile à combustible PEM au Centre PERSEE de Mines Paris - PSL

## Nos moyens expérimentaux

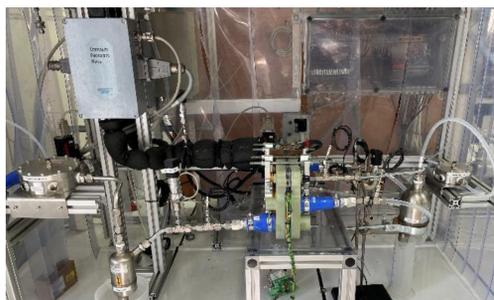
- Banc stack (jusqu'à 10 kW)
- Banc mono-cellule pile à combustible PEM (25 cm<sup>2</sup>)

Fonctionnement  
24h/24 – 7j/7

	<b>1990 - 1994 Reformage NH<sub>3</sub></b> – Thèse R. Metkemeijer Conception procédé, couplage avec une pile à combustible alcaline
	<b>1994 - 1998 Projet FEVER</b> – Thèses D. Picot, L. Rouveyre Intégration système véhicule, caractérisation stack <i>Renault, Air Liquide, Ansaldo, De Nora, Volvo</i>
	<b>2000 - 2004 Projet PICOS</b> – Thèse E. Raugel Intégration système pour un sous-marin, modélisation système <i>ECA, Hélicon, Ifremer</i>
	<b>2000 - 2007 Projet PVFCSYS</b> – Thèses S. Busquet, J. Labbé Modélisation système électrolyseur – pile – PV <i>STM, Transénergie, H2 systems ...</i>
	<b>2003 - 2006 Projet EPACOP</b> – Thèse C.E. Hubert Modélisation système reformeur – pile à combustible <i>GDF, ADEME, CSTB</i>
	<b>2008 - 2011 Projet APACHE</b> – Thèse T. Hordé Avionabilité du système, couplage direct pile/batterie <i>Hélicon, Eurocopter, ECT, Lisa Airplanes</i>
	<b>2011 - 2014 Projet NEIGE</b> – Thèse B. de Grisard Boucle de recirculation H <sub>2</sub> <i>Symbio FC</i>
	<b>2014 - 2018 Projet VEGETO</b> – Thèse L. Iannicello Gestion thermique de batteries par PCM pour le véhicule électrique <i>Valeo, SAFT, MCI Technologies, ...</i>



Le laboratoire Piles à Combustible et Hydrogène du Centre PERSEE de Mines Paris - PSL.



Le banc stack, à l'occasion d'un essai avec un short-stack de 10 cellules.

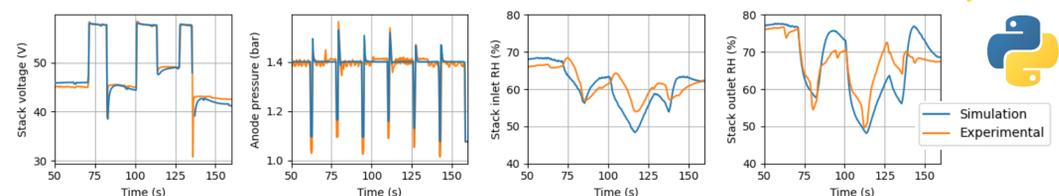


Le banc mono-cellule pile à combustible PEM.

Nous concevons et réalisons tous nos bancs, avec une grande flexibilité pour réaliser différents types d'essais.

## Modélisation des systèmes pile à combustible

Afin de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes pile à combustible, nous développons des modèles à l'échelle de la cellule et du système.



Reproduction du fonctionnement d'un système pile à combustible PEM avec un modèle 0D.

Affonso Nóbrega. "A Review of Physics-Based Low-Temperature Proton-Exchange Membrane Fuel Cell Models for System-Level Water and Thermal Management Studies." *Journal of Power Sources* 558 (2023).

## Quelques projets en cours

- Humidification d'une pile à combustible
- Projet DuraSys-PAC
- Effet de polluants sur les piles à combustible

