



Électrolyse de la vapeur d'eau à haute température.

Julie MOUGIN

CEA/LITEN Grenoble

La technologie d'électrolyse, couplée à une énergie électrique décarbonée, permet de produire de l'hydrogène sans émissions de CO₂, et dès lors qu'il s'agit d'énergie électrique renouvelable, constitue une solution de stockage et de valorisation de cette énergie, ainsi qu'un soutien au réseau électrique.

L'électrolyse de l'eau peut se faire à basse température à partir d'eau liquide, il s'agit des électrolyses alcalines ou PEM (membrane échangeuse de protons), ou à haute température, à partir d'eau vapeur.

L'électrolyse de la vapeur d'eau à haute température (EHT) se caractérise par la possibilité de substituer une partie de l'énergie électrique nécessaire à la dissociation de la molécule d'eau par de l'énergie thermique. Ceci permet un gain en rendement par rapport aux autres technologies d'électrolyse. Elle fonctionne à une température de 700-900°C, et met en œuvre une cellule céramique pour la réaction électrochimique de production d'hydrogène (et d'oxygène), de technologie à oxydes solides (SOEC, solid oxide electrolysis cell).

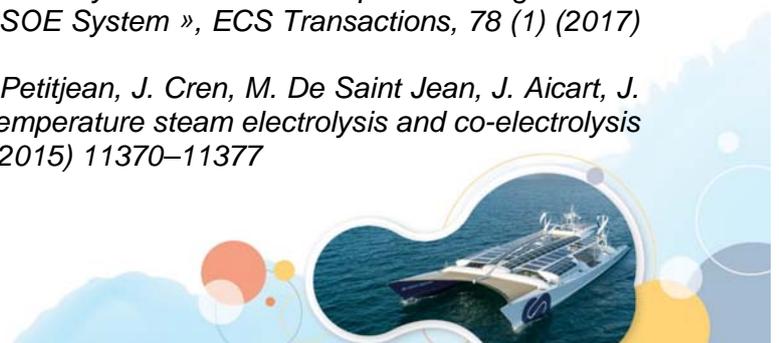
Les caractéristiques de cette technologie seront présentées (conception, matériaux, performances, stratégie de fonctionnement notamment par rapport au volet thermique, rendement...) [1,2], ainsi que des éléments d'évaluation technico-économique, en particulier le LCOH (levelized cost of hydrogen), le coût de l'hydrogène produit par cette technologie, en fonction de différents paramètres, en particulier le coût de l'électricité et la taille de l'installation [3].

Cette technologie présente également la spécificité de fonctionner en mode réversible, à savoir en mode électrolyseur (SOEC) ou en mode pile à combustible selon les besoins, ce qui est particulièrement pertinent pour l'application stockage des énergies renouvelables [4]. Enfin, elle permet d'électrolyser du CO₂, pour produire du CO, et donc de co-électrolyser simultanément du CO₂ et de la vapeur d'eau pour produire du syngas (H₂+CO), un composant important pour les réactions de synthèse chimiques ou Fischer-Tropsch (production de méthane, méthanol, DME...) [3].

Ces spécificités seront illustrées par des résultats de fonctionnement dans ces modes, et des exemples de réalisation.

Références :

1. J. Mougin, "Hydrogen production by high temperature steam electrolysis", Chapter 8 in *Compendium of Hydrogen Energy, Volume 1: Hydrogen production and purification*, edited by V. Subramani, A. Basile and T.N. Veziroglu, Woodhead publishing series in Energy, Elsevier, 2015
2. J. Mougin, S. Di Iorio, A. Chatroux, T. Donnier-Maréchal, G. Palcoux, M. Petitjean, G. Roux, « Development of a Solid Oxide Electrolysis Stack Able to Operate at High Steam Conversion Rate and Integration into a SOE System », *ECS Transactions*, 78 (1) (2017) 3065-3075
3. M. Reytier, S. Di Iorio, A. Chatroux, M. Petitjean, J. Cren, M. De Saint Jean, J. Aicart, J. Mougin, « Stack performances in high temperature steam electrolysis and co-electrolysis », *Int. Journal Hydrogen Energy* 40/35 (2015) 11370–11377





4. *J. Aicart, S. di Iorio, M. Petitjean, P. Giroud, G. Palcoux, J. Mougin "Transition Cycles during Operation of a reversible Solid Oxide Electrolyzer/Fuel Cell (rSOC) system", 13th European SOFC&SOE Forum 3-6 July 2018, Luzern, A1103 (2018).*

Mots Clés : Électrolyse haute température, EHT, SOEC, performance, rendement.

