

Potentiel de Réchauffement Global et impacts sociétaux d'un système Pile à Hydrogène

Clotilde Robert^{1,3}, **Alexandre Ravey**², **Raphaël Perey**³, **Daniel Hissel**^{1,4}

¹ Université de Franche-Comté, CNRS, institut FEMTO-ST, FCLAB, F-90000 Belfort, France

² UTBM, CNRS, institut FEMTO-ST, FCLAB, F-90000 Belfort, France

³ GAUSSIN Group, Héricourt

⁴ Institut Universitaire de France

Que ce soit dans le domaine de la mobilité lourde ou celui du stockage, les piles à hydrogène sont de plus en plus considérées comme une alternative prometteuse aux carburants fossiles et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Cependant, le choix des matériaux utilisés pour les piles et les réservoirs d'hydrogène, ainsi que la manière dont ils sont produits, ont un impact direct sur le potentiel de réchauffement global (PRG). De plus, les impacts sociétaux de cette technologie doivent également être pris en compte pour garantir une transition durable et équitable vers un avenir plus propre [1].

L'étude du potentiel de réchauffement global est réalisée pour un système pile à membranes échangeuse de protons (PEMFC), un réservoir de type IV et couvre également la production d'hydrogène. Ces émissions considèrent les étapes d'extraction des matériaux et de fabrication des composants mais également celles du transport, de la fin de vie et du recyclage (voir Figure a). En envisageant un système PEMFC conçu en Europe, un transport du lieu de fabrication au lieu d'assemblage du véhicule hydrogène et des taux de recyclage de 88% pour le titane, 76% pour le platine et 40% pour l'acier, le potentiel de réchauffement global d'un système PEMFC est de 30,74 kgCO₂éq/kW [1]–[4].

Le réservoir est l'élément avec le plus fort impact environnemental : étant composé à 66% de fibre de carbone, son recyclage est actuellement impossible. En admettant que le réservoir soit fabriqué en Europe, son potentiel de réchauffement global total s'élève à 8,60 kgCO₂éq/kWh avec moins de 1,25% des émissions causées par le transport [5].

Concernant la production d'hydrogène, lorsque ce gaz est produit par électrolyse à partir d'électricité issue d'énergie 100% renouvelable, ses émissions s'élèvent à 54,55 gCO₂éq/kWh contre 432,32 gCO₂éq/kWh si ce dernier est produit par vaporeformage à partir de gaz naturel [5].

L'étude de l'impact sociétal du système hydrogène évalue les facteurs de vulnérabilité sociale, d'utilisation des terres, d'impact sur les populations locales et de gouvernance liés à la composition massique des composants. D'après les calculs réalisés dans cette étude et en associant l'ensemble des impacts sociétaux et les enjeux de gouvernance, il apparaît que le réservoir de type IV possède un impact négatif sur la société, supérieur à celui du système PEMFC (voir Figure b).

Les données mise en lumière dans le présent article amènent, par leur prise en compte, à une meilleur démarche d'éco-conception lors de la phase de définition d'une chaîne de traction pour des applications de mobilité.

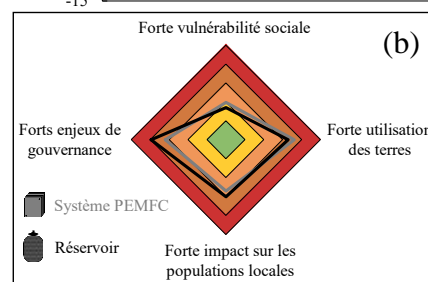
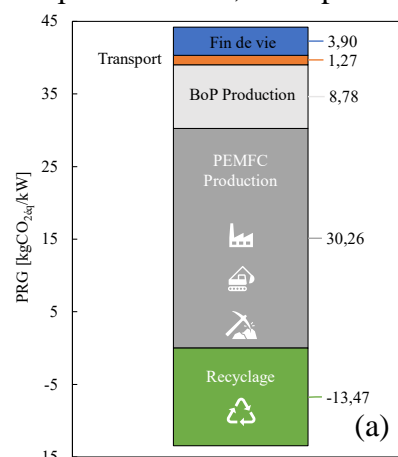


Fig. Potentiel de réchauffement global d'un système PEMFC (a) et décomposition des impacts sociétaux (b)

- [1] R. Stropnik, et al. « Critical materials in PEMFC systems and a LCA analysis for the potential reduction of environmental impacts with EoL strategies », *Energy Science & Engineering*, **2019**
- [2] A. Lotrič, et al. « Life-cycle assessment of hydrogen technologies with the focus on EU critical raw materials and end-of-life strategies », *International Journal of Hydrogen Energy*, **2021**
- [3] L. Usai, et al. « Life cycle assessment of fuel cell systems for light duty vehicles, current state-of-the-art and future impacts », *Journal of Cleaner Production*, **2021**
- [4] Ministère de la Transition écologique et solidaire, « Information GES des prestations de transport : Guide méthodologique », **2018**
- [5] ADEME « Analyse de cycle de vie relative à l'hydrogène », *Production d'Hydrogène et Usage en Mobilité Légère*, **2020**