

L'hydrogène vert, vecteur énergétique pour une économie décarbonée ?

Florent Galligani

Master 2 Risques Environnementaux et Sûreté Nucléaire

Introduction : De part une population et une économie mondiale qui ne cessent de croître et évoluer, la demande en énergie se fait elle aussi de plus en plus importante. Cette dernière se traduit principalement par une problématique majeure actuelle : l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES), tel que le Méthane (CH₄) ou encore le Dioxyde de carbone (CO₂). Dans une démarche de limitation des rejets de GES, la France souhaite devenir le leader Mondial de l'hydrogène vert par électrolyse. Celui-ci étant un vecteur énergétique très intéressant puisqu'il est ainsi fabriqué par une énergie renouvelable (ENR) et donc « propre ». Cependant, une question se pose, celle de sa rentabilité. Il sera donc intéressant d'analyser à différentes échelles les bilans carbone des divers modes de production ainsi que les coûts associés.

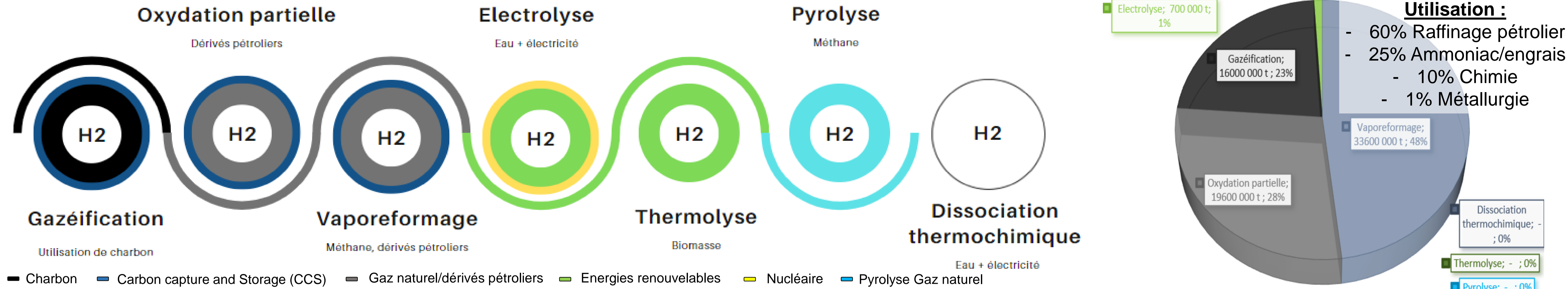


Figure 1 : Schéma des différents types d'hydrogène et graphique de répartition des principaux modes de production à l'échelle mondiale (Élaboration Personnelle ; utilisation de [3])

Perspective en France :

- 32% d'ENR dans la consommation finale
- 40% d'ENR dans la production d'électricité
- Réduction de 30 % des énergies fossiles
- Décarboner 10% du Gaz

Plan de la filière Hydrogène

- 3 axes :
 - Production d'Hydrogène par électrolyse
 - Valorisation pour la mobilité
 - Stabilisation des réseaux énergétiques
- Diminution de 6 Millions de tonnes/an de CO₂

Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (17/08/2015) → Fixe des objectifs à atteindre pour l'horizon 2030

(Sources : [1] et [2])

Bilan carbone (France - Europe):

1) Bilan carbone des différents modes de production d'hydrogène :

Des productions plus ou moins émettrices de CO₂ :

- Le CCS permet de réduire les émissions de CO₂.
- Les valeurs dépendent des mix énergétiques de chaque pays (ici la France).

2) Bilan carbone des différents modes de production d'hydrogène à partir d'électrolyse :

3 types de source d'électricité pour l'électrolyse :

- L'éolien, les panneaux photovoltaïque (PV) et le nucléaire sont nécessaires à l'objectif zéro carbone.
- Energie nucléaire intéressante car pas d'intermittence.

Figure 2 : Graphique des émissions de CO₂ (tCO₂/tH₂) en fonction des types de production (Élaboration Personnelle ; utilisation de [3]).

Figure 3 : Graphique des émissions moyennes de CO₂ (gCO₂ kW h⁻¹) en fonction des types d'électrolyse (Élaboration Personnelle ; utilisation de [4]).

3) Analyse comparative entre la France et l'Europe :

3 modes de fonctionnement :

- Marginal ENR-Nucléaire :** Fonctionnement de l'électrolyseur lors des périodes de surplus ENR.
- Base hors pics :** Fonctionnement en continu.
- Autoproduction PV :** Fonctionnement au pied de l'installation. [5]

Figure 4 : Graphique des émissions évitées de CO₂ (MtCO₂) en fonction des modes de fonctionnement en Europe et en France [5].

Coûts de production :

A court terme :

- L'hydrogène gris nécessite moins d'investissements (30% du coût final).
- L'hydrogène jaune et vert (40 et 45% du coût final),

A long terme :

- Baisse du coût d'investissement à 20 et 30% pour l'hydrogène vert et jaune respectivement.
- Renchérissement prix du CO₂

Figure 5 : Graphique des coûts de production de l'hydrogène (€/kg H₂) pour différentes productions de 2020 à 2050 [3].

Conclusion : Dans un contexte de réchauffement climatique de plus en plus accentué, l'hydrogène vert paraît donc être une filière intéressante pour limiter les émissions de GES. Dans l'intérêt de répondre au mieux aux objectifs de la commission Européenne (réduction de 40% d'ici 2030 la teneur en CO₂ et 95% d'ici 2050), la France a donc décidé cette année de privilégier le développement de nouvelles centrales nucléaires et de promouvoir l'hydrogène. Ce dernier peut devenir très compétitif à long terme et sa production pourra être couplée avec les « Small Modular Reactor » bientôt mis en place sur le territoire. Cependant, certaines recherches sur de nouveaux modes de production ainsi que sur le stockage sont encore en cours afin d'améliorer les performances en terme de coûts.

Bibliographie :

- [1] Alhypac (2021). " Une décennie pour le développement de l'hydrogène renouvelable et bas-carbone". Infographie France hydrogène. <http://www.alhypac.org/documents/documentation/publications/FH-Infographie%20Hydrog%C3%A8ne-FR%20-%20mars%202021.pdf>
- [2] Ministère de la transition écologique et solidaire (2021). " Plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique". https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan_deploiement_hydrogene.pdf
- [3] OPECST, (2020). " Les modes de production de l'hydrogène". Note scientifique de l'OPECST N°25. <http://www.senat.fr/rap/r20-536/r20-5361.pdf>
- [4] Parkinson, B., et al.,(2019). "Levelized Cost of CO₂ Mitigation from Hydrogen Production". Revue « Energy & Environmental Science ». DOI: 10.1039/c8ee02079e
- [5] RTE, (2020). " La transition vers un hydrogène bas carbone. Atouts et enjeux pour le système électrique à l'horizon 2030-2035". Rapport des principaux résultats. <https://assets.rte-france.com/prod/public/2020-07/rapport%20hydrogene.pdf>