

Enjeux pour le système électrique du développement de la production d'hydrogène par électrolyse

Cédric LEONARD

Chef du pôle Adequation long-terme - RTE

11/07/2019

L'électrolyse, une solution pour décarboner la production d'hydrogène

JOURNÉES
HYDROGÈNE
DANS LES
TERRITOIRES
7ÈME ÉDITION
MARSEILLE 2019

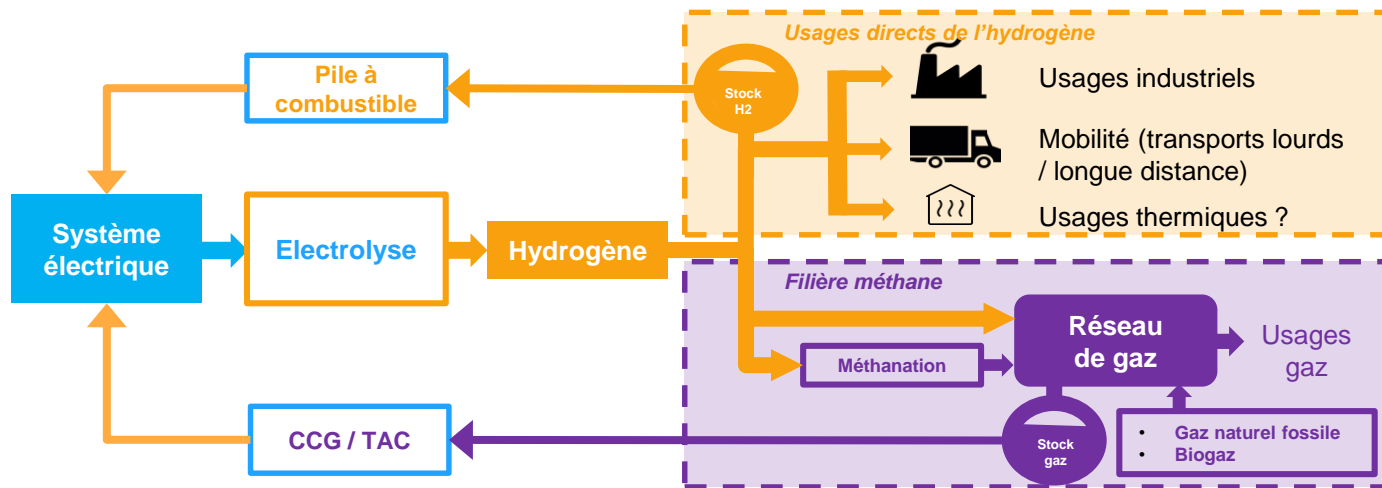
Plusieurs finalités pour la production d'hydrogène par électrolyse :

- **Verdir le système gazier**

En premier lieu en décarbonant les usages industriels actuels de l'hydrogène mais de nouveaux débouchés peuvent être envisagés

- **Apporter une solution de stockage/déstockage au système électrique**

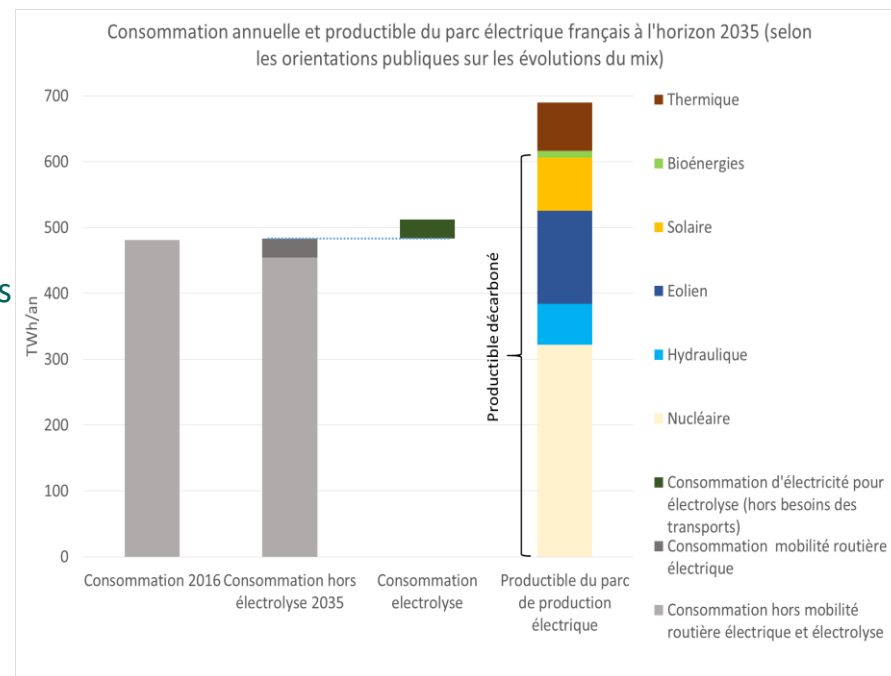
Les analyses de RTE ne montrent pas de besoin de stockage saisonnier jusqu'en 2035 mais les besoins de stockage pourraient apparaître dans un mix à forte part d'EnR variables



Un système électrique en capacité d'accueillir la production d'hydrogène par électrolyse

Les orientations de la PPE dessinent un mix de production permettant d'accueillir massivement une augmentation de la consommation en énergie

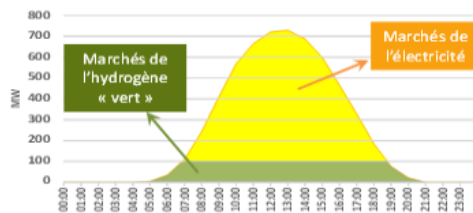
- La **consommation** des autres usages de l'électricité (y.c. mobilité électrique) devrait se situer sous les **500 TWh/an à l'horizon 2035**
- Le développement des EnR et la prolongation d'une large part du parc nucléaire permettront de disposer de plus de **600 TWh/an de productible d'électricité décarbonée**
- La SNBC prévoit en 2035 de l'ordre de **30 TWh/an de consommation des électrolyseurs**, qui peuvent être largement absorbés par le système électrique français



Différents modes d'utilisation des électrolyseurs...

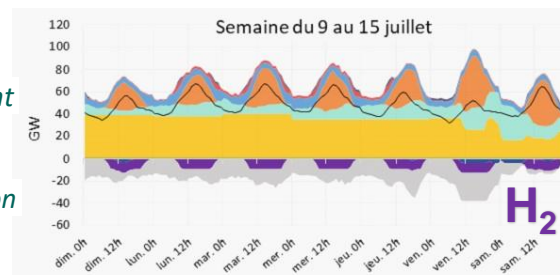
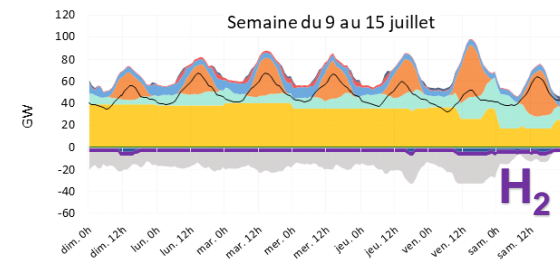
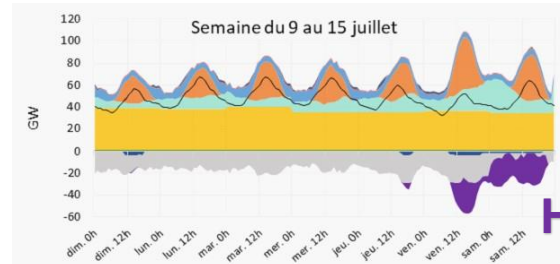
Plusieurs modèles de fonctionnement revendiquant un approvisionnement « décarboné » de l'électricité:

- En période d'**excédents EnR ou EnR + nucléaire**
 - + *Electricité décarbonée par définition, peu chère sur les marchés ...*
 - *Fonctionnement réduit et question de l'amortissement des CAPEX*
 - *Production très variable et aléatoire*
- En base (hors pointe) **accompagnées de garanties d'origine**
 - + *Durée de fonctionnement longue, propice à l'amortissement des CAPEX*
 - *Approvisionnement décarboné discutable*
 - *Coût d'approvisionnement en électricité élevé sur certaines périodes*
- En **autoproduction (PV ou éolienne)** sur site de production



- + *Coût d'électricité contrôlé*
- + *Durées de fonctionnement potentiellement significatives*

- *Bilan CO2 dépend de l'effet de l'installation EnR sur la capacité totale EnR du pays*

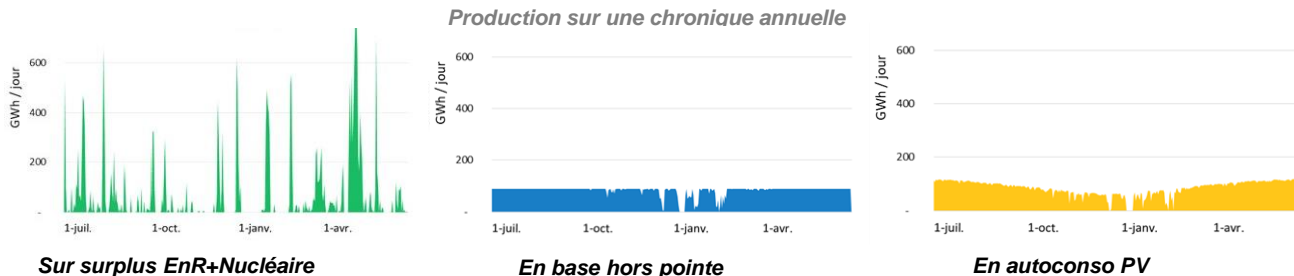


Chiffres pour 0,6 Mt_{H2}/an,
soit 30 TWh/an de
consommation électrique

... avec des effets très contrastés

JOURNÉES
HYDROGÈNE
DANS LES
TERRITOIRES
7ÈME ÉDITION
MARSEILLE 2019

- Des profils de consommation d'électricité et de production d'H2 très contrastés ...

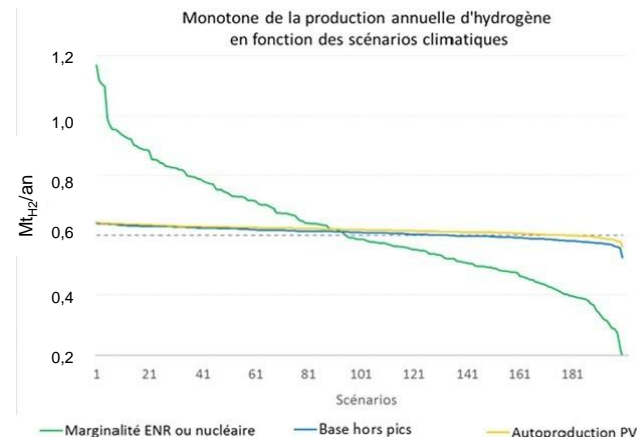


- ... qui peuvent nécessiter des capacités de stockage pour assurer une livraison régulière aux consommateurs d'H₂

Une variabilité importante de la production d'H₂ (de 0,2 à 1,2 Mt_{H2}/an selon les années) et des besoins de stockage massifs (~2 Mt_{H2}) si la production est basée sur les surplus décarbonés

- Et des effets sur les émissions de CO₂ contrastés

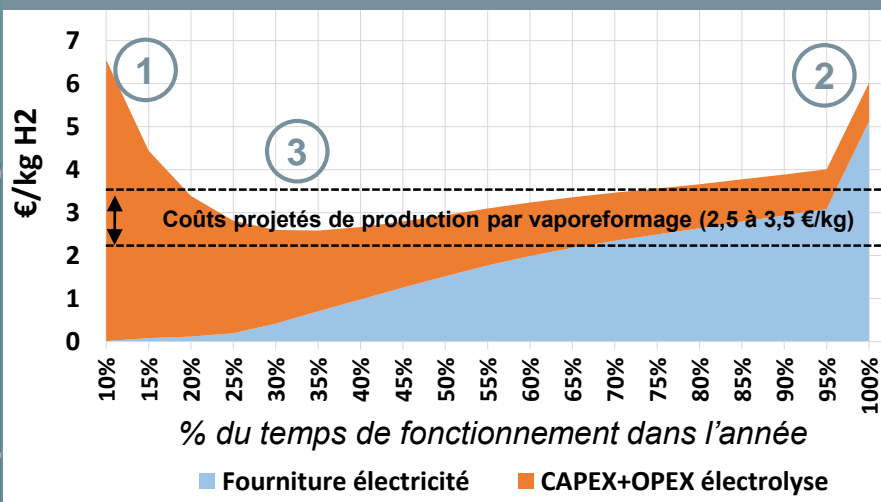
Jusqu'à + 8 MtCO₂/an pour une utilisation en base hors pointe par rapport à l'utilisation en marginalité ENR + nucléaire !



Dans certaines conditions, un espace économique pour un fonctionnement mais ni sur les excédents EnR, ni en base

Une analyse menée sur le scénario « Ampère » du Bilan prévisionnel 2017 montre la possibilité d'un espace économique pour l'électrolyse à l'horizon 2035.

Estimation du coût de revient de l'hydrogène de synthèse dans le scénario Ampère à horizon 2035



1

Un fonctionnement uniquement pendant les périodes d'excédent EnR (~10% du temps) ne permet pas d'amortir les coûts fixes des électrolyseurs

2

Un fonctionnement en base (même hors période de pointe) est pénalisé par des prix de marché plus élevés

3

Une utilisation pendant les périodes de marges ENR et nucléaire (~30% du temps) peut constituer un bon compromis entre amortissement des CAPEX et fourniture en électricité à faible coût.

Mais des besoins de stockage d'hydrogène ?

A 2035, la flexibilité pour le système électrique et le réseau de transport offre un faible espace économique pour les électrolyseurs

- **Les services système pour l'équilibrage temps réel du système électrique** : une rémunération importante mais pour un marché « de niche »

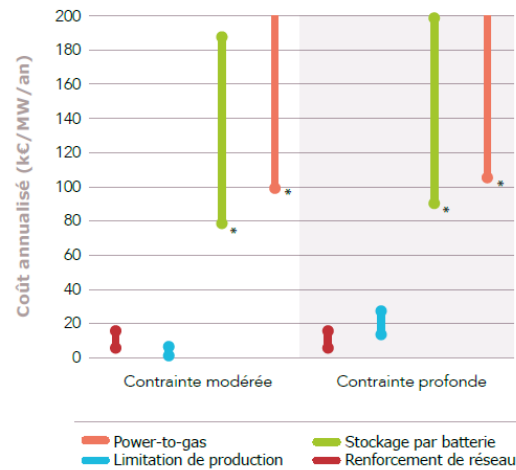
Des besoins limités en volume et une baisse probable des prix, sous l'effet d'une concurrence accrue des leviers de flexibilité :

⇒ effacements industriels, batteries stationnaires, recharge des véhicules électriques, ...

- **Les services pour la gestion des contraintes du réseau de transport** : une valeur limitée au regard des investissements dans les électrolyseurs

Le développement du réseau ou écrêtements ponctuels d'EnR sont des solutions peu onéreuses relativement aux coûts d'un électrolyseur

⇒ *Le service de gestion des contraintes réseau ne peut constituer un business model pour l'électrolyse mais seulement un complément marginal de revenus*



RTE prépare un rapport sur la production d'hydrogène par électrolyse

RTE prépare un rapport sur la production d'hydrogène par électrolyse

- **Dans le cadre du plan hydrogène** : demande du ministre d'étudier les services que peut rendre l'hydrogène au système électrique
- **Demandes de plusieurs parties prenantes** sur l'évaluation de l'espace économique pour la production d'hydrogène et de gaz de synthèse dans les scénarios du Bilan prévisionnel 2017
- **Problématiques étudiées** :
 - Quels sont les modes de production possibles pour l'hydrogène ?
 - Quels déterminants pour le développement de l'électrolyse et quels impacts sur le système électrique à horizon 2035 ?
- **Quels services de flexibilité peuvent offrir les électrolyseurs au système électrique (équilibre offre-demande et réseaux) à moyen terme (horizon 2020-2035) ?**
- **Analyses s'appuyant sur les scénarios et modélisations du Bilan prévisionnel**
- Présentation en groupe de travail puis contribution publique prévue à l'**automne 2019**