

# ***Pourquoi le vecteur hydrogène ?***

## ***Géopolitique et filières***

### **Brigitte VU**

Ingénieur en efficacité énergétique des bâtiments  
Enseignant chercheur Département énergie à l'UTBM, Chercheur UTBM Département ENERGIE,  
Ingénieur en valorisation de la recherche  
Expert énergie, bâtiment, hydrogène auprès de l'OPECST  
[brigitte19vu@gmail.com](mailto:brigitte19vu@gmail.com) Tél 0671263782

## ***Contexte socio-économique***

- La crise du COVID 19 a quelque peu modifié le contexte économique. En effet, nous nous sommes davantage rendus compte de notre dépendance vis-à-vis de l'Asie et plus spécifiquement de la Chine.
- La transition énergétique pourrait être un élément important de la relance avec la relocalisation d'industries liées à l'énergie au sens large et le lancement de filières telles que l'hydrogène vert.
- La France possède une production d'électricité fortement décarbonée, 97% en 2020, nous devons de fait rechercher des solutions de production d'hydrogène ne générant pas de gaz à effet de serre .

## *Production d'hydrogène et usages*

- Aujourd'hui, 60 millions de tonnes d'hydrogène est fabriqué dans le monde. 80% de cette production sert à la fabrication d'ammoniac, indispensable à la fabrication d'engrais et au raffinage de produits pétroliers pour désulfurer les carburants. En France, nous produisons 922 000 tonnes d'hydrogène, 52% pour la fabrication d'ammoniac et 38% pour le raffinage de pétrole pour éliminer le soufre.
- Cette production est réalisée à hauteur de 96% par vaporeformage.

# *L'hydrogène*

- L'hydrogène est un vecteur énergétique majeur qui peut pleinement contribuer à l'atteinte des objectifs de la transition énergétique. L'hydrogène énergie peut également participer à la relance de notre industrie. Nous disposons en effet d'un savoir académique important dans ce domaine et de nombreuses PME-PMI pouvant aider à la structuration de cette filière.
- Le choix de l'hydrogène comme vecteur énergétique doit participer à réduire notre dépendance aux énergies fossiles et être destinée aux usages.

# *Les différentes formes d'hydrogène*

- L'hydrogène vert fabriqué par électrolyse de l'eau en utilisant des énergies renouvelables.
- L'hydrogène jaune fabriqué à partir de nucléaire
- L'hydrogène bleu fabriqué par vaporeformage du méthane avec séquestration du dioxyde de carbone ou réutilisation de celui-ci.
- L'hydrogène gris fabriqué par vaporeformage du méthane sans captage du dioxyde de carbone

## Rappel du Contexte énergétique

La France a transposé en droit français la directive européenne 2009/28/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL, du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, puis a adopté la loi de transition énergétique pour une croissance verte (LTECV) publié au journal officiel du 17 août 2015.

La France a décliné la 4<sup>ème</sup> Directive européenne et adoptée la loi LOM parue au JO en date du 26 décembre 2019 ainsi que la loi énergie climat adoptée en date du 8 novembre 2019.

# Rappel du Contexte énergétique

Cette loi a fixé des objectifs nationaux pour 2030 :

- Réduire nos émissions de CO<sub>2</sub> de 40% par rapport à 1990.
- Réduire notre consommation globale d'énergie de 20% par rapport à 2012.
- Augmenter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et 32% en 2030.
- Atteindre 40% de la production d'électricité d'origine renouvelable en 2030

## *Conséquences du contexte énergétique*

- La croissance en matière d'énergies renouvelables proviendra essentiellement des EnRi
- Ces énergies sont intermittentes, le taux de couverture moyen est de 2,79% de l'électricité consommée en France pour le solaire et 8,89% pour l'éolien en 2020.
- La solution devra inclure non seulement l'extension du réseau mais également les EnRi et le stockage, la gestion de la consommation, la recharge intelligente.



## *Principaux enseignements du rapport RTE 2050*

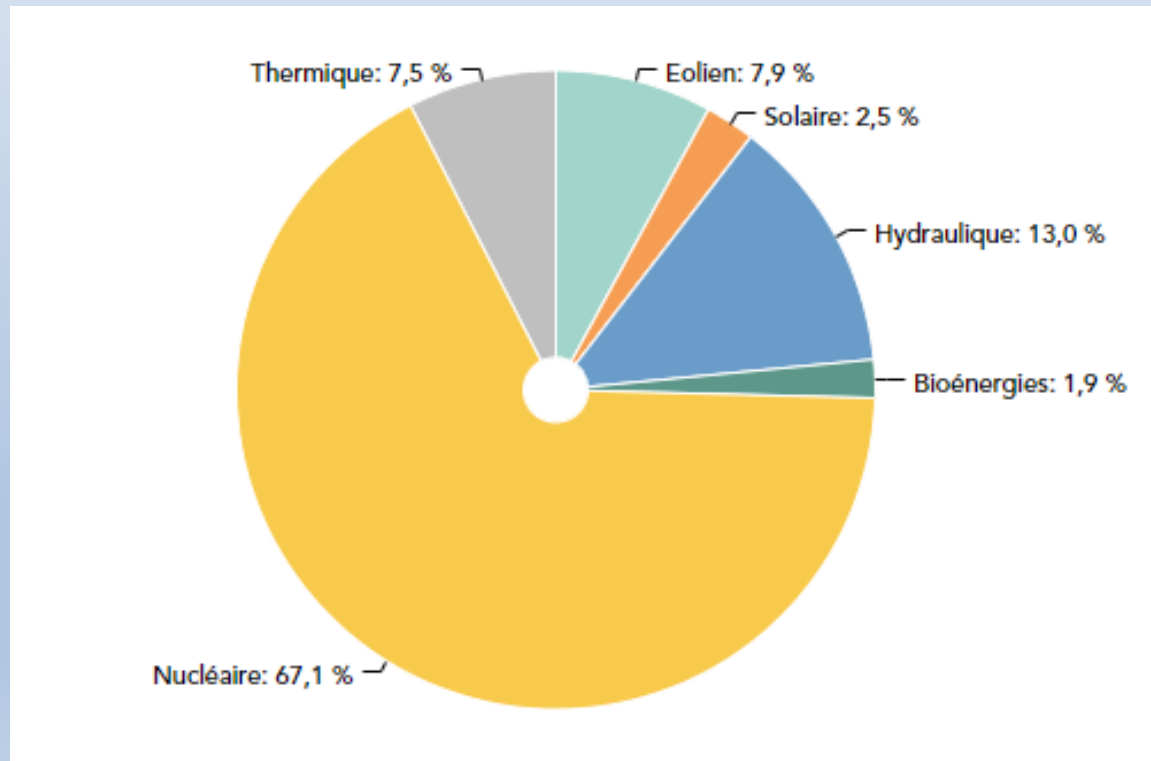
- En 2021, les énergies fossiles représentent 60% de nos consommations.
- Notre consommation énergétique totale représente 1600 TWh que le SNBC souhaite abaisser à 930 TWh.
- Dans le même temps, nous devons électrifier nos usages et augmenter la part de l'énergie consommée en électricité de 25 %, aujourd'hui, à 55 %, en 2050 mais en appliquant la stratégie SNBC, nous devrions augmenter nos consommations « que » de 35% soit atteindre 645 TWh.
- Actuellement, nous consommons environ 520,1 TWh électrique en 2020.

## ***Pourquoi faut-il stocker l'énergie?***

- Le système électrique actuel est à la demande, or les énergies renouvelables en fort développement actuellement sont intermittentes (éolien et photovoltaïque). Il est donc nécessaire de développer le stockage compte-tenu de l'inadéquation entre l'offre et la demande.
- Or nous avons besoin d'énergie à tout instant de la journée, en tout point du territoire et ce quelques soient les conditions météorologiques.

## *Rappel de la Production d'électricité en France*

- La production d'électricité a atteint 520,1 TWh en France en 2020
- Elle se décompose de la manière suivante:



## *Durée de production annuelle*

- Une année représente 8 760 heures.
- Le facteur de charge d'une unité de production électrique est le ratio entre l'énergie qu'elle produit sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait produite durant cette période si elle avait constamment fonctionné à puissance nominale
- Le tableau ci-dessous vous indique le facteur de charge des différentes énergies

Type d'énergie	Durée de fonctionnement	
	(heures/an)	% d'heure par an
Nucléaire	6600	75
éolien	2200	24
Photovoltaïque	1200	14
Hydraulique	2100	24

## ***En conclusion, il est nécessaire de mettre en place des solutions de stockage***

- Car les énergies renouvelables ont un facteur de charge relativement faible et nous avons besoin d'énergie à tout instant et en tout lieu sur le territoire.
- Le stockage de l'électricité est donc indispensable, dans le cadre de notre mix énergétique à l'horizon 2030-2035 avec deux approches possibles, à grande échelle ou à moyenne échelle (éco-quartier) et à petite échelle (client particulier).

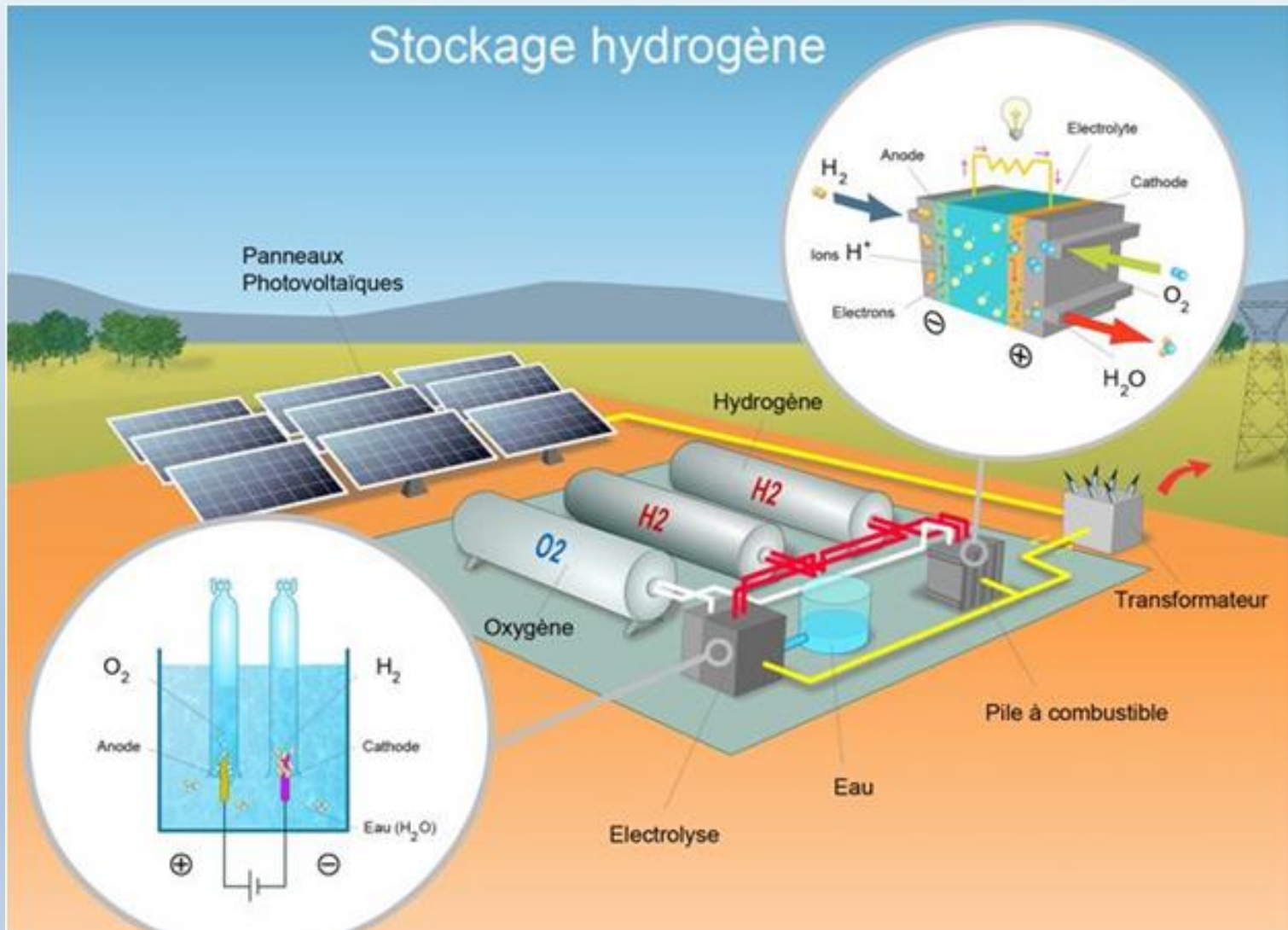
## *Quels sont les différentes formes de stockage ?*

- Le stockage thermique
- Le stockage électrochimique
- L'hydrogène (H<sub>2</sub>)

## ***Pourquoi l'hydrogène (H<sub>2</sub>) ?***

- Les batteries ont toutes une auto décharge, variable suivant les technologies, de 5% pour les batteries plomb à 10% pour les batteries Li-ion, voir plus pour d'autres technologies.
- L'hydrogène n'a pas cet inconvénient et permet donc de stocker sous cette forme pour une durée longue sans perte. Cela permet donc de faire du stockage intersaison.

# Le Stockage de l'hydrogène : sans danger sous une pression de 100 bars





## *A quel échelle doit-il être développé ?*

- L'hydrogène doit être produite au plus près des usages pour avoir un sens.
- La France ne cherche pas à décarboner sa production électrique contrairement à l'Allemagne.
- L'hydrogène apparaît comme un des enjeux de la transition énergétique à l'échelle d'un territoire. L'idée est d'avoir un point de production de stockage et plusieurs points de distribution, cela doit faire partie d'un mix énergétique à l'échelle d'une Métropole ou d'une Agglomération.

# *Quel est le potentiel économique et écologique de cette technologie?*

- La consommation mondiale d'hydrogène reste encore faible : environ 56 millions de tonnes, soit moins de 2% de la consommation mondiale d'énergie.
- Selon cette étude, la demande annuelle d'hydrogène pourrait globalement être multipliée par dix d'ici à 2050 et représenter 18% de la demande énergétique finale totale dans le scénario des 2°C.
- À cet horizon, l'hydrogène pourrait générer un chiffre d'affaires de 2500 milliards de dollars et créer plus de 30 millions d'emplois

# *L'hydrogène et les usages*

- L'industrie: Le besoin en hydrogène pour l'industrie s'élève à près d'un million de tonnes aujourd'hui (922 000 tonnes), 0,02% est produit par électrolyse.
- Mobilité: En ce qui concerne la mobilité électrique, au regard de mon expérience de chercheur et de mes nombreux contacts avec des industriels, il apparaît que l'hydrogène n'est pas forcément la meilleure solution dans le domaine de la mobilité légère, pour une question de coût et parce que les fabricants de batteries progressent beaucoup en matière autonomie.

- L'usage de l'hydrogène en mobilité apparaît comme très intéressant pour des véhicules lourds faisant plus de 180 kilomètres par jour (bus, train, car, bennes à ordures ménagères, camion, bateaux et avions à plus long terme).
- Dans un proche avenir et avec la suppression des énergies fossiles, l'hydrogène pourrait faire son apparition dans le secteur du bâtiment (chauffage, production d'eau chaude sanitaire et électricité).

## *Quelle politique en faveur de l'hydrogène en France ?*

- Le plan de relance a choisi de promouvoir l'hydrogène vert puisque 7 milliards ont été alloués à ce vecteur énergétique dont 2 milliards pour 2021-2022. Une somme de 1,5 milliards sera consacrée à la construction d'une gigafactory, à la recherche-développement et fabrication d'électrolyseurs français.
- Encourager les industriels de manière à ce que d'autres consortiums (Symbio-Faurécia-Michelin) voient le jour, encouragé la construction de bus à une plus grande échelle avec (Safrà par exemple), de véhicules avec Renault Zoé et Kangoo), PSA avec le boxer.

## *Freins au développement de l'hydrogène ?*

- La perte de certaines compétences indispensables en France mais aussi en Europe dans le domaine de l'électronique de puissance par exemple.
- Nécessité d'investir et de développer l'aspect réglementaire de l'hydrogène tel qu'un cadre réglementaire spécifique pour les stations-services distribuant de l'hydrogène.
- Identifier quels sont les emplois induits par le développement du vecteur hydrogène que ce soit au niveau de la production, du stockage, transport et maintenance industrielle de ces systèmes et de proposer tout un panel de formations liées à ce vecteur qui n'existent pas encore aujourd'hui.

# *Quelle politique de l'hydrogène en Allemagne ?*

- L'Allemagne mise sur l'hydrogène et vise une première place industrielle. Elle a décidé d'investir 9 milliards d'euros en 2021 puis 40 milliards sur 5 ans.
- La politique en matière d'hydrogène de l'Allemagne est très différente de celle de la France. L'Allemagne cherche avant tout à décarboner sa production d'électricité et à valoriser la production éolienne du nord de l'Allemagne vers le sud en transformant petit à petit ses gazoducs en hydrogénoducs.
- Le pays veut couvrir 20 % de ses besoins avec de l'hydrogène décarboné d'ici à 2030. Cela nécessitera l'installation de 3 à 5 gigawatts de capacité d'électrolyse et le développement de la production d'hydrogène dit bleu, avec captation du carbone.

■ Son plan pour y parvenir est désormais validé. Le pays veut couvrir 20 % de ses besoins avec de l'hydrogène décarboné d'ici à 2030. Cela nécessitera l'installation de 3 à 5 gigawatts de capacité d'électrolyse et le développement de la production d'hydrogène dit bleu, avec captation du carbone. L'Allemagne compte aussi développer les équipements et les solutions pour couvrir toute la chaîne de valeur de la production et de l'acheminement et pour les exporter à partir de 2024. Elle prévoit également la mise en circulation de 60 000 voitures particulières à hydrogène d'ici à 2021, avec notamment 2,1 milliards d'euros de primes pour les automobilistes jusqu'en 2023. Les laboratoires de recherche recevront pour leur part jusqu'à 600 millions d'euros d'ici à 2025.



## *Conséquences sur notre production électrique*

- La production importante d'hydrogène vert en Europe nécessitera une forte augmentation de la demande d'électricité décarbonée. L'Europe ne semble pas vraiment prendre la mesure de ce défi.
- L'Europe est confrontée aujourd'hui à la fois à des risques de pénurie de production d'électricité et à une envolée des prix car elle n'a pas élaborée de stratégie pour compenser l'intermittence de production des renouvelables éolien et solaire.

## ***Point de vigilance importants***

- Les objectifs fixés par la Commission Européenne pour l'utilisation d'hydrogène d'ici 2030 sont de 2,6% de l'énergie utilisée dans les transports provenant de l'hydrogène vert et de carburants renouvelables d'origine non biologique.
- L'ONG Transport & Environment (T&E) a calculé que cela induirait seulement pour ces deux usages, une augmentation de 17% de la production d'électricité.
- Ce sujet est un enjeu majeur pour la Présidence de la France à partir de janvier 2022.

## *Conclusion*

- La filière hydrogène doit nous permettre d'accroître notre indépendance énergétique tout en nous permettant d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.
- La structuration de cette filière hydrogène doit nous inviter à réfléchir à nos besoins sur toute la chaîne de valeur hydrogène pour dépendre le moins possible des pays asiatiques ou autres

***Merci de votre attention***

Je suis à votre disposition pour toute question  
complémentaire