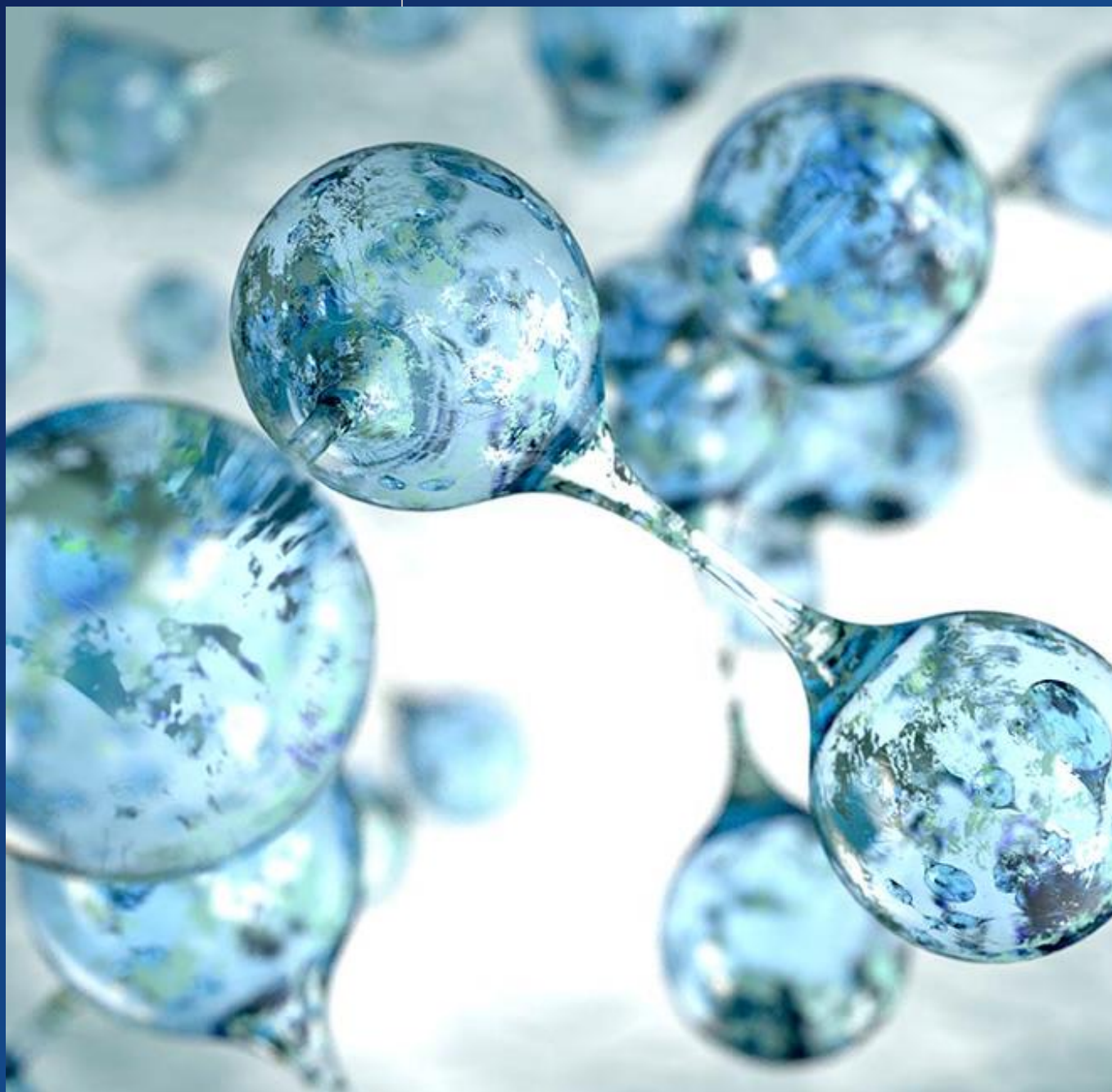


**L'HYDROGENE,
LA NOUVELLE
FRONTIERE POUR UN
DEVELOPPEMENT
DURABLE**



SOMMAIRE

1.	Introduction	3
2.	Décarboner l'hydrogène : enjeux et aspects techniques	5
3.	L'interview : la parole à notre expert Emmanuel Rétif	9
4.	Sur le terrain : Haffner energy	14
5.	Conclusion : l'hydrogène, des défis et surtout des opportunités	17



INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le temps de la prise de conscience est maintenant derrière nous. Etre un acteur engagé pour une finance responsable durable est aujourd'hui un devoir : le devoir d'accompagner la transition énergétique en investissant dans des entreprises qui y concourent sur toute la chaîne de valeur.

Relever le défi de la transition énergétique consiste d'abord à porter un regard bienveillant et émettre un avis éclairé sur toutes les opportunités qui se présentent à nous en matière d'innovations et de nouvelles technologies.

L'hydrogène est l'un des enjeux centraux, clairement identifié, pour parvenir aux objectifs de neutralité carbone et de transition énergétique européenne plus souveraine.

Malgré les nombreuses difficultés qui jalonnent le chemin, cette énergie infinie et impalpable – pourtant tout à fait concrète – aide et soutient les différents acteurs du marché. Tous visent l'objectif ambitieux de la neutralité carbone en 2050 ainsi qu'une transition énergétique européenne vers l'utilisation, à grande échelle, de l'hydrogène.

2050 pourrait sembler loin et donc encourager une approche plus attentiste. En réalité, l'envergure de la tâche suggère une clé de lecture plus dynamique : le temps de l'action est déjà venu. Nous nous permettons de rappeler dans cette brève introduction un article publié par l'UE [Research UE # 94 July 2020 - Special feature, pages 1-12] – entièrement consacré à la thématique de l'hydrogène – qui porte un titre éloquent : **"Libérer le potentiel de l'élément le plus répandu de l'univers"**. Ce dossier commence par la phrase puissante « L'idée consistant à utiliser l'hydrogène comme source d'énergie pour toutes sortes des choses, des usines à votre voiture, peut sembler un peu futuriste, mais il s'avère qu'elle remonte à l'aube de la révolution industrielle... ».

Dans ce cadre, nous portons notre regard sur des développements concrets de l'hydrogène qui combinent harmonieusement avancées technologiques (pour comprendre les processus et procédés sous-jacents à la production d'hydrogène) et considérations économiques. Les subventions nationales et supranationales jouent un rôle primordial. Les investissements privés viennent compléter le développement d'un écosystème financier favorable à une centralité de l'hydrogène vert et à une utilisation massive des énergies renouvelables.

Pour conclure, les éléments présentés dans ce document sont factuels et éclairants. Il s'agit d'une sorte de fil rouge visant à indiquer la direction d'une action commune, inclusive - aucun exclu - de tous les acteurs du marché, permettant d'inverser la tendance.

L'hydrogène vert apparaît comme un sujet de recherche incontournable à l'issue particulièrement prometteuse.

NOTES

1. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_fr

2. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a151cf78-bf30-11ea-901b-01aa75ed71a1/>

3. <https://cordis.europa.eu/article/id/421533-hydrogens-growing-role-in-sustainable-energy-systems/fr>



DÉCARBONER
L'HYDROGÈNE :
ENJEUX ET
ASPECTS
TECHNIQUES

DÉCARBONER L'HYDROGÈNE : ENJEUX ET ASPECTS TECHNIQUES

CONTEXTE ACTUEL

L'Europe s'est engagée dans un objectif de neutralité carbone à horizon 2050. Aux côtés des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et des véhicules à batterie, l'hydrogène représente une solution stratégique pour une transition vers des économies décarbonées.

Cet objectif représente à la fois un enjeu éthiquement et idéologiquement partagé, mais aussi la direction concrète que l'Union Européenne a voulu prendre avec son plan d'action 2030-2050. Cependant, il reste des étapes importantes à franchir pour la réalisation complète de cet ambitieux projet.

Il suffit de penser à la production très limitée d'hydrogène : en 2020, la production s'élevait à 50 mégatonnes par an (Mt/an), ce qui est équivalent à seulement 1,5 % des besoins énergétiques mondiaux.

En outre, la manière dont l'hydrogène (H₂) est produit reste encore très polluante, avec environ 96 % de la production provenant de combustibles fossiles. Par un processus de reformage, le gaz (H₂ gris), le charbon (H₂ noir) ou la lignite (H₂ marron) est exposé à une vapeur d'eau portée à des températures extrêmement élevées, de manière à assurer la libération d'hydrogène mais en même temps de CO₂.

Malheureusement, l'impact environnemental de ce processus est très fort, sauf si l'on parvient à capturer les émissions de dioxyde de carbone qui sont libérées (H₂ bleu).

LA PROCHAINE FRONTIÈRE

Par conséquent, l'une des solutions pour accélérer le processus de transition vers une économie basée sur l'énergie verte est déjà techniquement possible. Elle passe par (i) l'augmentation des volumes de production d'hydrogène avec des processus verts et (ii) l'augmentation de la consommation d'hydrogène décarboné, avec un large éventail d'applications pour répondre aux besoins énergétiques mondiaux.

Augmentation d'une production durable : hydrogène vert et jaune

Comment rendre la production d'hydrogène à grande échelle plus écologique ?

Fondamentalement en utilisant l'électrolyse sans émissions de CO₂, un procédé qui porte l'eau à une température extrêmement élevée sous l'action d'un courant électrique, ce qui permet la décomposition de l'eau en oxygène et hydrogène.

On parle d'hydrogène vert (H₂ vert), produit au moyen d'électricité obtenue à partir d'une source d'énergie renouvelable. On pourrait aussi envisager une source alternative, l'énergie nucléaire, pour produire de l'hydrogène jaune, également sans émission de CO₂. Néanmoins, le débat consistant à considérer l'énergie nucléaire comme durable n'est pas totalement tranché.

Actuellement, seulement 4 % de la production mondiale d'hydrogène est réalisée par électrolyse, et sur ces 4 %, seulement 1 % est produit par des sources d'énergie renouvelables.

Les raisons de cette mauvaise performance environnementale ont un fondement essentiellement économique, et nous développerons ce point crucial plus loin dans ce document, grâce à notre expert Emmanuel Rétif, analyste senior en recherche Environnement, Social et de Gouvernance au sein du pôle Finance Responsable et Durable de Crédit Mutuel Asset Management.

Les multiples applications de l'hydrogène vert

Un avantage important de l'utilisation de l'hydrogène, notamment pour les énergies renouvelables intermittentes, est sa capacité de stockage nettement supérieure à celle des batteries. Nous parlons de 1 gigawatt (GW) pour l'hydrogène contre seulement 100-200 mégawatt (MW) pour les batteries.

En outre, une production accrue d'hydrogène décarboné ouvrira de multiples applications dans sa chaîne de valeurs et dans la vie quotidienne.

Ces nouvelles applications susceptibles de réduire l'empreinte carbone des économies afin de les rendre plus vertes et plus durables sont principalement les suivantes :

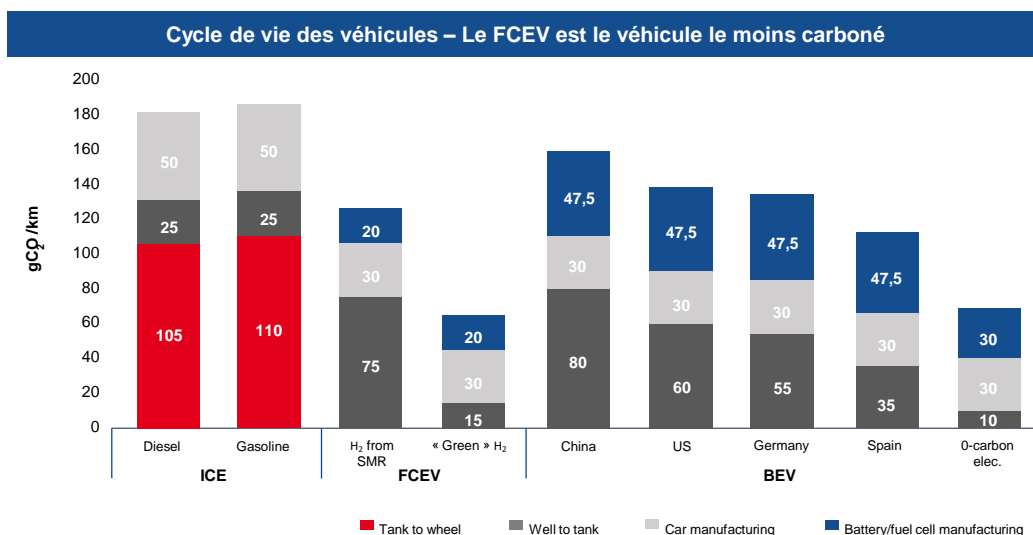
- **Power-to-Industry** : substituer de l'hydrogène vert à l'hydrogène gris carboné pour les industries qui l'utilisent dans leur processus de production (ammoniac, raffinage, ...).
- **Power-to-Gas** : injecter de l'hydrogène vert dans les réseaux gaziers à la place du gaz naturel.
- **Power-to-Power** : transformer de l'hydrogène vert en électricité sous l'action d'une pile à combustible.
- **Power-to-Mobility** : alimenter en énergie les véhicules électriques grâce à de l'hydrogène vert, transformé en électricité dans le véhicule sous l'effet d'une pile à combustible.

Les aspects plus pratiques liés aux concepts ci-dessus seront approfondis dans l'interview de notre expert Emmanuel Rétif, dans la prochaine section.

Toutefois, il convient d'ores et déjà de souligner que l'application de l'hydrogène décarboné à la mobilité sera peut-être l'élément qui aura le plus d'impact, parmi les usages de l'hydrogène, dans le défi consistant à parvenir à une économie européenne neutre en CO₂ d'ici 2050.

En effet, sachant que le secteur des transports représente 25 % à 30 % des émissions de CO₂ en Europe, le défi sera d'augmenter l'utilisation des véhicules électriques à hydrogène vert (FCEV, Full Cell Electric Vehicles) ainsi que des véhicules électriques à batteries (BEV, Battery Electric Vehicles).

L'image ci-après montre que le bilan carbone d'un véhicule électrique est meilleur que celui d'un véhicule thermique (ICE), ce qui n'est pas surprenant. En revanche, il est intéressant de constater que le bilan carbone des véhicules à batterie est très différent selon le pays où ils circulent. Au total, il ressort clairement que les véhicules électriques à hydrogène présentent la plus faible empreinte carbone.



Néanmoins, ces véhicules sont vendus à des prix peu compétitifs par rapport aux BEV, ce qui ne favorise toujours pas de manière significative la demande de FCEV Green.

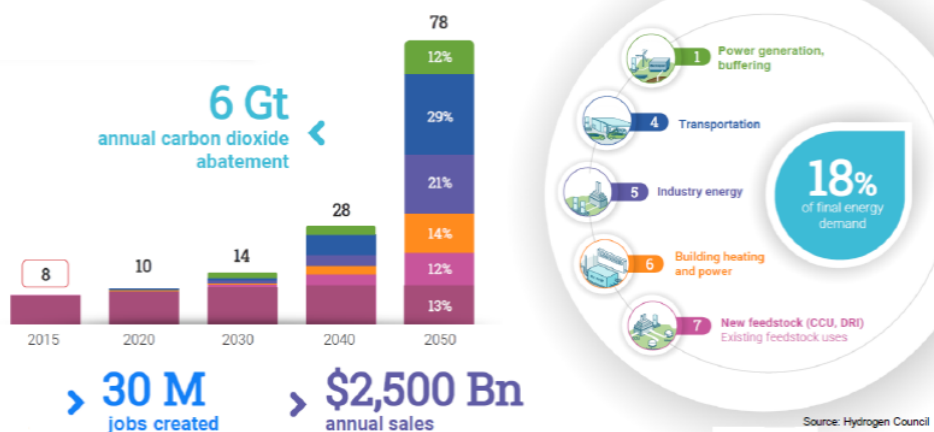
À titre d'exemple, le prix de vente d'un SUV à hydrogène est d'environ 68 000 euros TTC, et celui d'un Renault Kangoo à hydrogène est d'environ 48 000 euros HT, soit plus du double du prix de vente d'un Renault Kangoo électrique alimenté par batteries qui est d'environ 23 000 euros HT.

Toutefois, les véhicules à hydrogène devraient devenir compétitifs d'ici une décennie, grâce aux économies d'échelle plausibles sur ce marché prometteur, à la fois au niveau du coût du réservoir, de la pile à combustible et de la production d'hydrogène vert.

Nous sommes donc convaincus d'être à l'aube d'un cercle vertueux, qui assurera une transition verte d'ici 2050 avec un scénario extraordinairement puissant, en partie grâce à une demande d'hydrogène en croissance constante. Une augmentation de 40 % est attendue au cours de la prochaine décennie, un volume qui devrait doubler entre 2030 et 2040 et, probablement, tripler presque entre 2040 et 2050.

Si, en 2020, l'hydrogène ne représentait même pas 2 % de la demande finale d'énergie dans le monde, les perspectives 2050 prévoient d'atteindre 18 %, ce qui permettrait d'éviter l'émission de 6 milliards de tonnes de CO₂ par an pour la planète Terre, soit 17 % de l'objectif fixé par l'accord de Paris.

Consommation d'hydrogène en 2050 dans un scénario à +2°C





L'INTERVIEW :
LA PAROLE À
NOTRE EXPERT
EMMANUEL RÉTIF



L'INTERVIEW : la parole à notre expert Emmanuel Rétif

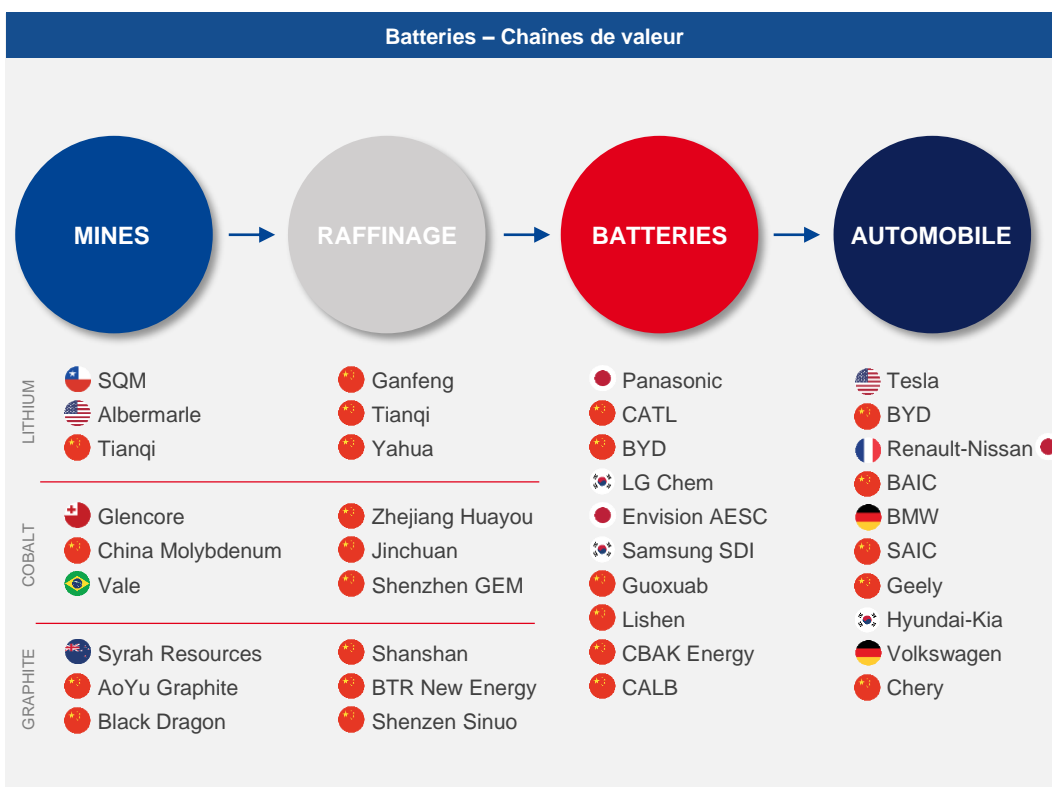
Que pensez-vous de l'approvisionnement énergétique actuel de l'UE, surtout en ce qui concerne l'orientation « verte » prise ? Comment l'Europe s'approvisionne-t-elle aujourd'hui au niveau énergétique ?

Au niveau géopolitique, estimez-vous qu'un recours important à l'hydrogène pourrait aider l'Europe à devenir un peu plus « indépendante » dans sa transition énergétique ?

L'hydrogène présente des enjeux géopolitiques et économiques. En ce qui concerne l'approvisionnement en hydrocarbures, l'Europe est historiquement dépendante du Moyen-Orient et de la Russie, depuis plusieurs décennies. Cela concerne les transports, la production d'électricité, le chauffage résidentiel et les besoins en énergie des industries.

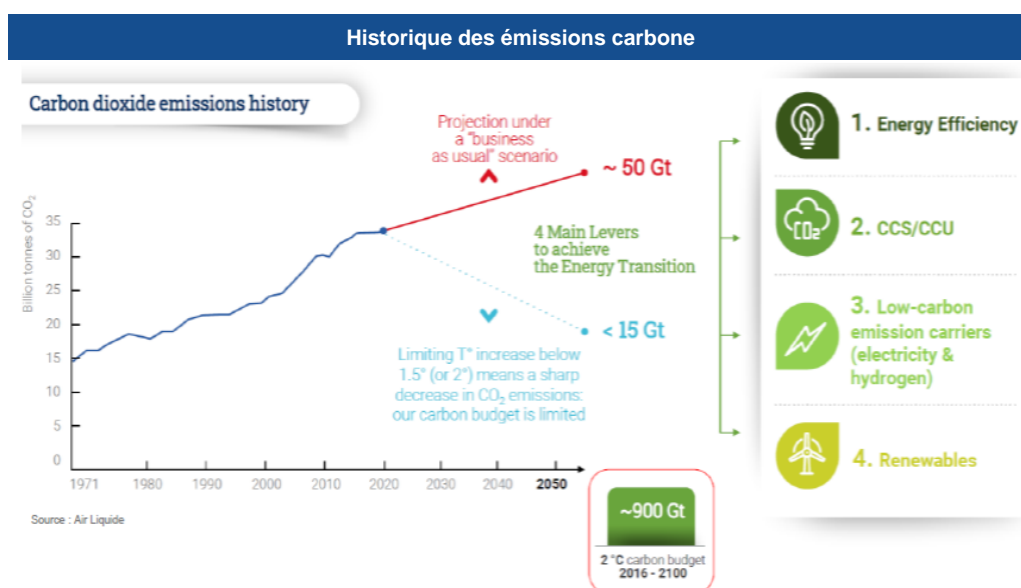
Partant du constat qui précède, si nous entrons un peu plus dans le détail, aujourd'hui l'Europe dépend de la Chine pour sa transition énergétique, notamment pour la mobilité sans émissions de CO₂. Concrètement, plus de 70 % de la production mondiale de batteries viennent de Chine. Si à ce chiffre déjà conséquent en soi nous ajoutons le Japon et la Corée, nous observons alors que 95 % de la production mondiale proviennent d'Asie. Le tableau est donc éloquent.

La Chine reste en outre prédominante pour le raffinage des minerais stratégiques nécessaires à la fabrication des batteries, comme par exemple le lithium, le cobalt et le graphite. Nous nous trouvons objectivement en situation de dépendance en termes d'approvisionnement pour la transition énergétique.



Le « cadre de dépendance » esquissé ci-dessus nous amène à des considérations profondes au niveau des solutions alternatives qui seraient possibles à ce jour. L'hydrogène présente donc un enjeu pour que l'Europe préserve sa souveraineté quant à sa propre transition énergétique. Plus spécifiquement l'hydrogène vert devrait apporter une contribution importante à l'objectif de neutralité carbone en 2050. En Europe, à peu près 17 % de la diminution des émissions de CO₂ nécessaire pour atteindre cet objectif devraient venir de l'hydrogène vert.

Les accords de Paris impliquent qu'il faudra éviter l'émission de 35 milliards de tonnes de CO₂ par an dans le monde. L'hydrogène vert figure ainsi parmi les quatre grands leviers pour y parvenir (cf. graphique ci-après).



Il représente, en outre, une opportunité de développer une technologie verte sur le territoire européen et, simultanément, pourrait enclencher un puissant moteur social avec, au niveau mondial, environ 30 millions d'emplois créés d'ici 2050.

En effet, diminuer la « dépendance énergétique » du vieux continent constitue un enjeu économique non négligeable : l'hydrogène aura une importance centrale pour éviter - ou du moins limiter - le risque d'un rationnement de la transition énergétique européenne. Il est opportun de rappeler ici que la Chine a adopté un objectif de neutralité carbone en 2060. En effet, la Chine produit actuellement environ 1/3 des émissions mondiales de CO₂. Il existe donc un risque réel que la Chine puisse restreindre à l'avenir l'exportation des batteries et des minerais transformés pour ses propres besoins d'investissements. Dans un contexte tel que celui décrit ici, encore une fois, l'hydrogène vert apparaît comme un moyen complémentaire puissant - et parfois de substitution - aux batteries chinoises, notamment pour la mobilité.

Le recours à l'hydrogène vert répond à l'objectif prioritaire du plan d'action de l'UE pour une transition vers une économie neutre en carbone d'ici l'année 2050. Au niveau pratique, quels types d'applications concrètes voyez-vous pour l'hydrogène dans le futur immédiat ?

Dans une certaine mesure l'hydrogène vert pourrait être comparé à une sorte de couteau suisse de la transition énergétique. Ce parallèle pourrait sembler audacieux, mais en regardant de près, nous pouvons effectivement identifier de nombreuses applications possibles. Quatre en particulier sont à souligner :

- 1 La première application est la vente d'hydrogène aux industries telles que la production d'ammoniaque et le raffinage. La différence serait qu'au lieu de consommer de l'hydrogène gris émetteur de CO₂, ces industries seraient alimentées en hydrogène vert non émetteur de CO₂ : c'est ce qu'on appelle « **power-to-industry** ».
- 2 La deuxième application est le « **power-to-gas** » : il s'agit dans ce cas de figure d'injecter de l'hydrogène vert dans les réseaux gaziers à la place du gaz naturel. La limitation technique est aujourd'hui un maximum de 20 % d'hydrogène injectable dans les réseaux gaziers. Il existe toutefois une possibilité qui s'appelle la « méthanation ». C'est un procédé consistant à mélanger du carbone à de l'hydrogène, pour le transformer en méthane et, par conséquent, pouvoir l'injecter pleinement dans les réseaux gaziers sans limitation de 20 %.
- 3 En troisième lieu, il y a le « **power-to-power** » : cette application est intéressante car elle permet de trouver une solution à l'intermittence des énergies renouvelables. A titre d'exemple, un des problèmes des énergies renouvelables est qu'en hiver, le faible ensoleillement impacte négativement la production d'énergie électrique solaire, alors que le besoin en chauffage est particulièrement élevé. A contrario, pendant l'été, l'ensoleillement est bien plus généreux, ce qui permet une production d'énergie électrique solaire conséquente, alors que les besoins en chauffage sont très faibles. L'hydrogène a l'avantage de pouvoir utiliser l'excès de production d'énergie renouvelable, l'été par exemple. Comment cela se passe-t-il ? Sans trop entrer dans les détails techniques, de manière simplifiée, le concept consiste à utiliser cet excès de production d'électricité solaire pour fabriquer de l'hydrogène vert par le procédé de l'électrolyse ; l'hydrogène est stocké, puis sous l'action d'une pile à combustible, il est transformé en électricité lorsque le besoin se présente.
- 4 La dernière application, qui sera probablement la plus importante pour le grand public au sein de l'hydrogène, est le « **power-to-mobility** », c'est à dire la mobilité électrique, plus particulièrement les véhicules électriques qui fonctionnent à l'hydrogène. Pour ces derniers, le « plein » est fait avec de l'hydrogène et, grâce à une pile à combustible, il est transformé en électricité qui, à son tour, alimente le moteur électrique. Il s'agit donc d'une application très importante car les transports contribuent à hauteur de 25 à 30 % aux émissions de CO₂ en Europe. Nous constatons donc la nécessité de décarboner très significativement la mobilité pour parvenir à l'objectif du zéro carbone en 2050. Les véhicules qui ont la plus faible empreinte carbone parmi les techniques existantes, ce sont les véhicules à électriques hydrogène vert, devant les véhicules à batterie, dont le bilan carbone dépend du mix énergétique de chaque pays dans lequel la batterie est rechargée. Une batterie mise en charge en Chine, dont la production d'électricité dépend largement de centrales à charbon, émet ainsi « indirectement » beaucoup plus de CO₂ qu'une batterie mise en charge en France, où les énergies fossiles émettrices de CO₂ ne représentent que 8 % du parc de production d'électricité.

Aujourd'hui, il y a très peu d'électrolyseurs ; en outre, leur coût reste très élevé. D'où le projet de l'Europe de financer à hauteur de 40 Mds€ la construction de 40 GW d'électrolyseurs à l'horizon 2030 et simultanément de promouvoir l'augmentation des capacités d'énergies renouvelables. D'autres technologies permettent de produire de l'hydrogène décarboné, par exemple à partir de biomasse.

Au total, nous nous trouvons dans une période de transition où l'écosystème de l'hydrogène va se mettre en place.

Si vous deviez classer les quatre applications susmentionnées, que proposeriez-vous ?

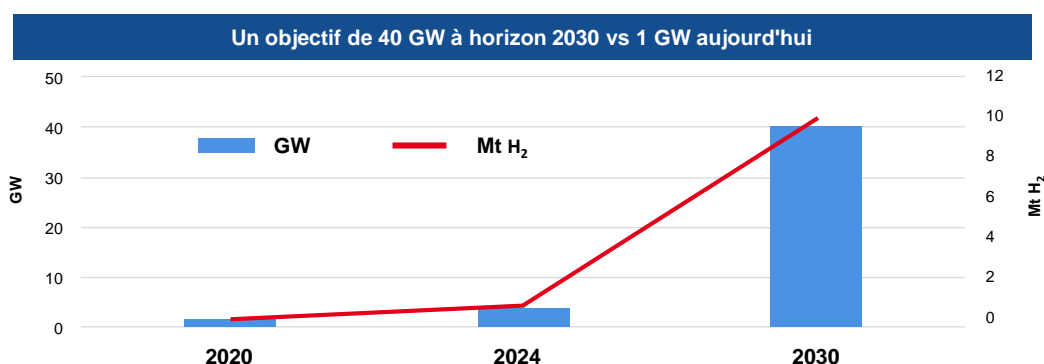
- 1 Au premier rang, le **power-to-mobility**, car parmi toutes les applications de l'hydrogène, il sera probablement le principal contributeur à l'objectif de réduction des émissions de CO₂ à l'horizon 2050 en Europe.
- 2 En deuxième position, le **power-to-industry**. Les industriels étant actuellement les principaux utilisateurs d'hydrogène gris carboné, ils pourraient constituer un marché important pour l'hydrogène vert.
- 3 En troisième position, le **power-to-gas**, qui est une solution intéressante étant donné qu'elle permettrait de réduire progressivement l'utilisation du gaz naturel carboné, encore largement injecté dans les réseaux gaziers.
- 4 Et pour conclure, en position plus marginale que les autres solutions déjà mentionnées, le **power-to-power**.

Très intéressant. Cependant, nous constatons que le recours à l'hydrogène (production et utilisation) s'avère encore trop cher. À votre avis, quelles solutions seraient envisageables ?

Effectivement il existe des solutions permettant de réduire les coûts qui se trouvent en amont de la filière, c'est à dire au niveau de la production de l'hydrogène et puis des économies en aval, au niveau des applications.

Commençons par la partie en amont : aujourd'hui, l'hydrogène vert n'est pas compétitif. Son coût de production en 2020 s'élève à environ 6€ le kilo, contre un peu moins de 2€ le kilo pour l'hydrogène « gris » émetteur de CO₂.

Quelles sont alors les perspectives de la réduction du coût de production de l'hydrogène ? Il existe effectivement des économies d'échelle au niveau des électrolyseurs : plus spécifiquement, compte-tenu du financement par l'UE de 40 GW à l'horizon 2030. Nous pouvons espérer des effets de séries qui vont permettre de réduire le coût de l'investissement dans les électrolyseurs. Comme dans un cercle vertueux, la diminution du coût d'investissement par MW dans les énergies renouvelables, grâce à la croissance rapide des nouvelles capacités en Europe, nous permet d'anticiper une baisse des coûts de l'électricité renouvelable (le principal coût de production de l'hydrogène vert). Parallèlement le coût de production de l'hydrogène gris, donc carboné, devra fatalement pâtir dans les prochaines années d'une augmentation du prix du certificat de CO₂.





SUR LE TERRAIN :
HAFFNER ENERGY



Interview avec Philippe Haffner (gauche)
Président de Haffner energy

HAFFNER
energy



Accompagné de son frère,
Marc Haffner (droite)
co-fondateur et co-dirigeant

Technologie. Quel est votre procédé de production d'hydrogène vert et comment s'établit son bilan carbone neutre ?

Le procédé Hynoca, désormais en phase de commercialisation, consiste à produire de l'hydrogène vert à partir de biomasse. La biomasse est la matière du vivant, celle-ci pouvant être végétale ou animale. Hynoca est conçu pour prendre en charge toutes les biomasses végétales, et les effluents d'élevage. La France produit près de 1000 TWh de biomasse par an non exploitée, ce qui correspond à près de deux fois la production d'électricité en métropole.

Hynoca est très proche des procédés de vaporeformage des énergies fossiles (l'hydrogène gris carboné). Ceux-ci représentent plus de 97 % de l'hydrogène produit dans le monde, majoritairement à partir de SMR (Steam Methane Reforming). Hynoca est un procédé SBR de reformage de la biomasse (Steam Biomass Reforming). De fait, les énergies fossiles sont toutes issues de biomasse. Hynoca intègre une première étape de thermolyse, qui permet de reproduire en quelques minutes ce que la nature a mis des millions d'années à faire. Le procédé Hynoca permet à ce titre d'utiliser à l'aval de la thermolyse des technologies conventionnelles éprouvées.

Le bilan carbone neutre est lié au fait que la biomasse végétale est produite par la photosynthèse des plantes qui fixe le CO₂ de l'atmosphère. L'éventuel CO₂ libéré par Hynoca est neutre (biogénique), car il équivaut au CO₂ préalablement fixé. Cependant, Hynoca permet aussi de séquestrer le CO₂, ainsi que produire du biochar, ce dernier constituant un puits de carbone. Dans un tel cas, le bilan carbone sera bien mieux que neutre, il sera négatif.

Compétitivité. Votre coût de production en sortie d'usine est-il déjà compétitif par rapport à l'hydrogène gris carboné (environ 2€/kg) et également à la pompe par rapport au diesel ? Sinon à quel horizon envisagez-vous la parité sur ces deux points ?

L'hydrogène le plus compétitif produit par Hynoca sera destiné à l'industrie. Il s'agit surtout de raccorder Hynoca à des « SMR » existants afin de fortement réduire les émissions de CO₂ des SMR.

Pour un Hynoca d'une capacité de plus 24 tonnes d'hydrogène par jour, la cible de 2€ par kg sera atteinte dès 2023.

Pour les applications mobilité, il sera possible d'atteindre 5€ par kg d'hydrogène à la pompe dès 2023, et 3€ dès 2025 (1 kg permet 100 km d'autonomie). L'hydrogène sera alors compétitif vis-à-vis du diesel détaxé.

La principale raison d'une telle compétitivité est liée au coût très réduit de la biomasse, conjugué à une efficacité énergétique supérieure à 70 %.

Débouchés. Votre installation d'hydrogène à Strasbourg sera opérationnelle en 2021. Quels seront ses débouchés/usages ? Plus largement, quelle est la taille de votre marché potentiel et quels en sont les principaux débouchés.

Hynoca pourra servir les trois segments de marché de l'hydrogène : l'industrie, la mobilité et l'injection d'hydrogène dans les réseaux de gaz. La gamme Hynoca va d'une capacité de 200 kg d'hydrogène par jour à 30 tonnes par jour pour les applications industrielles.

Une étude de marché réalisée par EY/Element Energy estime le marché adressable par Hynoca à une production cumulée respectivement en 2025 et 2030 de 11,9 Mt par an et 20 Mt par an.

La compétitivité d'Hynoca, ses efficacités énergétique et climatique devraient lui permettre d'atteindre une part de marché très significative de ce marché adressable. Afin de financer la très forte croissance attendue et prendre une position de leader, Haffner Energy prépare activement son introduction en bourse.





CONCLUSION :
L'HYDROGÈNE,
DES DÉFIS ET
SURTOUT DES
OPPORTUNITÉS

CONCLUSION : l'hydrogène, des défis et surtout des opportunités

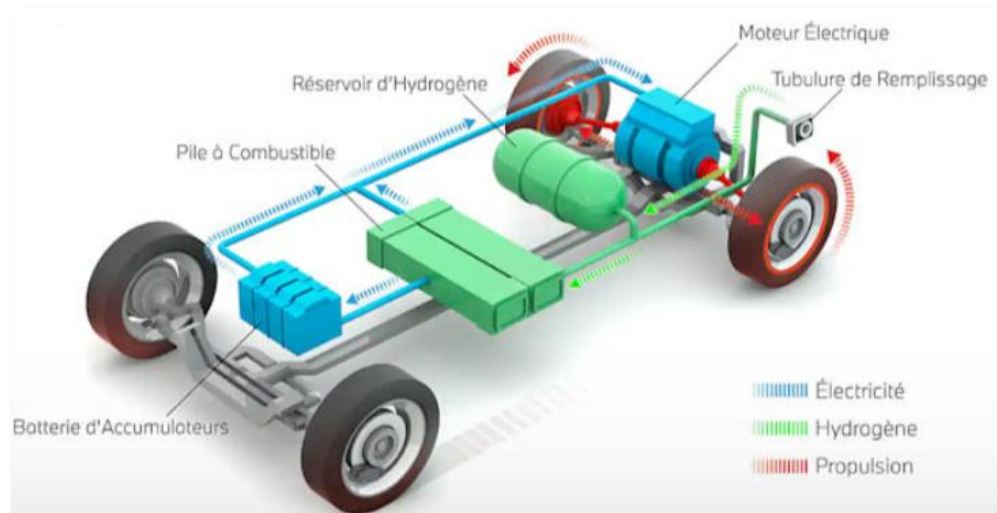
Les pages qui précèdent nous ont permis de poser le cadre de notre vision concernant l'hydrogène vert, sa filière de production, sa chaîne de valeurs ainsi que ses usages concrets. Toutes ces thématiques sont d'importance capitale afin de pouvoir gérer, de manière efficace, ce changement nécessaire de paradigme. Elles pourraient facilement remplir des pages entières de données, analyses et projections. Avec humilité, nous nous sommes efforcés d'expliquer - aussi clairement que possible - notre point de vue et les enjeux clés pour l'essor de ce nouvel écosystème.

Comment donc terminer ce White Paper avec une proposition d'actions concrètes que nous jugeons prioritaires pour cette décennie, afin de proposer non seulement des éléments de réflexion mais aussi - et surtout - un plan d'action ?

Pour répondre à cette interrogation, nous proposons trois points clés qui mettent en lumière les défis et les opportunités. En effet, en analysant les blocages qui limitent encore la montée en puissance de la nouvelle chaîne de valeur de l'hydrogène, on s'aperçoit qu'ils constituent des défis industriels, économiques et financiers. S'ils sont relevés, des opportunités d'activités et d'investissements vont se multiplier pour construire les fondations de tout l'écosystème.

- 1 Un premier élément clé est la baisse des coûts. Elle est essentielle, parce que sans baisse des coûts, il n'y aura pas de développement de l'écosystème de l'hydrogène. En effet, la filière n'est économiquement pas compétitive aujourd'hui, comme nous l'avons expliqué dans la partie technique.

Si l'on prend l'exemple d'un véhicule à hydrogène (cf. image ci-après), ses coûts de production sont très élevés, à cause du réservoir en fibre de carbone car il doit résister à une pression de 700 bars que de la pile à combustible, qui transforme l'hydrogène en électricité dans le véhicule.

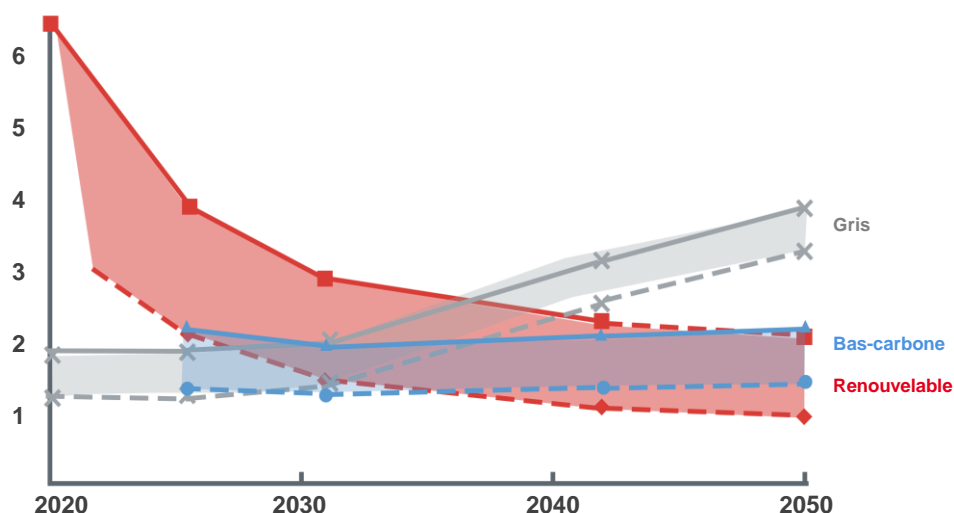


SOURCE
BMW

Si on ajoute à cela la très faible disponibilité de l'hydrogène dans le réseau de distribution de carburants, il n'est pas surprenant que les véhicules à hydrogène soient quasiment inexistant sur le marché de la mobilité.

Néanmoins, les estimations prévoient une très forte croissance de la demande mondiale de véhicules à hydrogène d'ici 2030, avec 10 à 15 millions d'immatriculations, soit une part de marché d'environ 11 %, contre moins de 10 000 en 2019. Cette perspective enthousiasmante repose sur l'hypothèse de la réalisation d'investissements massifs, porteurs d'importantes économies d'échelle. Ainsi, le point de départ, le défi essentiel à relever en amont de l'écosystème, est la baisse des coûts de production de l'hydrogène vert, illustré dans la graphique ci-dessous (Renouvelable), notamment par rapport à l'hydrogène carboné (Gris).

Réduire les coûts tout au long de la chaîne de valeur



SOURCE
Hydrogen Council,

- Deuxièmement, il faudrait aussi que l'investissement privé, à travers les industriels, la gestion d'actifs et le financement bancaire, prenne le relai de l'investissement public pour la production d'électrolyseurs. L'électrolyse de l'eau est une technologie clé pour produire l'hydrogène vert. Encore majoritairement fabriqués en petites quantités, les électrolyseurs coûtent chers à produire. Il est important que l'investissement européen se déploie massivement, notamment parce que la Chine affiche une volonté très forte de développer l'hydrogène (et donc de fabriquer des électrolyseurs), depuis que ce pays a annoncé son objectif d'émissions nettes zéro de gaz à effet de serre (GES) en 2060. Si l'Europe ne veut pas connaître le même scénario de dépendance aux batteries chinoises, et au contraire envisage de relocaliser une partie des enjeux industriels et des emplois de sa transition énergétique, il est essentiel que la production d'électrolyseurs monte en puissance rapidement. Le budget d'investissement de 40 Mds€ de l'UE d'ici 2030 ne sera pas suffisant, à lui seul, pour relever ce défi.

- 3 Le troisième point est celui de l'investissement dans les énergies renouvelables. L'objectif de l'UE. d'émissions nettes zéro en 2050 implique une réduction de 80 % à 95 % des GES. Dans cette perspective, les énergies renouvelables seront clefs pour décarboner la production d'électricité mais également l'hydrogène et son écosystème, comme nous l'avons vu dans ce White Paper. En effet, pour atteindre ses objectifs de production d'hydrogène vert, l'UE. va investir dans des électrolyseurs alimentés par des énergies renouvelables qui n'émettent pas de CO₂. Le plan climat de l'UE a déjà des objectifs très ambitieux d'augmentation de la part des énergies renouvelables dans le parc européen de production d'électricité; il faudra que cette tendance soit encore renforcée pour tenir compte des besoins en électricité verte des électrolyseurs. Nous avons quand même quelques interrogations autour de la question de fond : est-ce qu'à l'horizon 2030 et au-delà nous aurons construit assez de nouvelles capacités d'électricité renouvelable, afin de réaliser l'objectif de l'UE. de produire 10 Mt d'hydrogène vert en 2030, contre quasiment 0 en 2019 ? Au total, la question du rythme du développement de nouvelles capacités de production d'énergies renouvelables est au cœur de la décarbonation de l'hydrogène et de l'émergence d'une nouvelle filière verte. C'est un défi mais aussi une opportunité donnée à l'Europe de développer, avec l'hydrogène vert, de nouvelles applications dans la perspective de zéro émissions nettes de CO₂ en 2050.

POUR CONCLURE...

Voici posés quelques éléments de réflexion mais aussi des conditions nécessaires, concrètes, à réunir pour permettre un déploiement de l'hydrogène vert sur toute la chaîne de valeurs, de sa production à ses usages.

Si nous sommes convaincus des vertus de la nouvelle filière de l'hydrogène décarboné et de ses nombreuses applications, l'hydrogène vert à partir des énergies renouvelables ne sera pas l'unique technologie à se développer.

L'hydrogène bleu, par exemple, sera probablement une solution complémentaire, notamment dans les pays où la production d'électricité demeure majoritairement thermique (Chine, États-Unis, ...) à partir de combustibles fossiles. La technologie du CCS (Carbone Capture and Storage) et du CCU (Carbon Capture and Utilization) permet de capter puis de stocker les émissions de CO₂ issues des centrales thermiques, pour éviter qu'elles se diffusent dans l'atmosphère. Ce procédé prometteur est également voué à contribuer aux objectifs des accords de Paris. Nous ne l'avons qu'effleuré dans ce White Paper. Il pourrait faire l'objet d'une analyse à part entière.

Ce document est exclusivement conçu à des fins d'information. Les données chiffrées, commentaires ou analyses figurant dans ce document reflètent le sentiment à ce jour de Crédit Mutuel Asset Management sur les marchés, leur évolution, leur réglementation et leur fiscalité, compte tenu de son expertise, des analyses économiques et des informations possédées à ce jour. Ils ne sauraient toutefois constituer un quelconque engagement ou garantie de Crédit Mutuel Asset Management. Les informations faisant référence à des instruments financiers contenues dans ce document ne constituent en aucune façon un conseil en investissement et leur consultation est effectuée sous votre entière responsabilité. Toute reproduction de ce document est formellement interdite sauf autorisation expresse de Crédit Mutuel Asset Management.