



Présentation et conséquences stratégiques

À partir des objectifs établis lors de la conception de l'étude, nous avons examiné un certain nombre de questions clés concernant l'acceptation par les acteurs du secteur de l'approvisionnement et de l'usage de l'hydrogène ainsi que des technologies mobiles et stationnaires des piles à hydrogène (HFC). Cette analyse a été basée sur des enquêtes et des recherches qualitatives réalisées dans cinq pays européens (Allemagne, Espagne, France, Royaume-Uni et Slovénie). De ce fait, il a été possible d'examiner les forces et les faiblesses des systèmes d'innovation des technologies HFC et en particulier les modifications à apporter, d'après les parties prenantes, pour que les technologies HFC avancent. Les résultats suggèrent que :

1. La majorité des participants considèrent que les technologies de piles à hydrogène sont bénéfiques pour l'environnement

Les personnes interrogées ont souligné le potentiel des technologies à hydrogène pour réduire la pollution et lutter contre le changement climatique. Cet aspect est particulièrement important concernant l'utilité des FCEV, afin de réduire la pollution atmosphérique dans les villes. En outre, l'utilisation potentielle de l'hydrogène en tant que stockage d'énergies renouvelables pour l'équilibrage des réseaux électriques est perçue comme importante car elle peut favoriser l'expansion des énergies renouvelables.

L'engagement mondial pour protéger l'environnement est perçu comme un avantage clé pour les applications à hydrogène par rapport aux alternatives fossiles.

2. Les technologies HFC sont perçues comme matures

Selon les sondés, les technologies FCH sont bénéfiques en tant que telles et une alternative efficace aux technologies existantes. Par exemple, pour le H₂ et son usage combiné ou non-spécifié, les interviewés considèrent que c'est un milieu favorable à d'autres sources d'énergie et un vecteur de chaleur et de puissance. Dans le cas des applications stationnaires, les technologies hydrogène fournissent une alimentation ininterrompue et les participants du Royaume-Uni, par exemple, soulignent le fait qu'elles peuvent être intégrées aux technologies existantes et avoir des avantages à haute puissance. Lors de la discussion sur les FCEV, les parties prenantes rapportent des avantages techniques liés à la performance opérationnelle (rechargement rapide, couple, refroidissement rapide ou résistance au froid) et, de manière générale, à la haute performance de ces applications. En ce qui concerne les stations de ravitaillement pour voitures, certains participants perçoivent qu'il reste encore des défis techniques à relever.

L'enquête a révélé que les attentes des parties prenantes sont les plus positives pour les bus H₂ et l'usage du H₂ en tant que moyen de stockage d'énergies renouvelables, suivies par les systèmes secondaires à base de H₂. Les perspectives les moins positives sont observées pour les systèmes de puissance primaire à grande échelle.

3. Du scepticisme à l'attente : perception sociale des technologies HFC

Généralement, les participants pensent que les technologies H2 sont perçues positivement par le grand public et les acteurs clés. Comme l'ont mentionné les sondés, en dépit de préoccupations sociales antérieures telle que la sécurité, ils estiment que les utilisateurs ont tendance à accepter et à demander de nouvelles technologies. Selon les participants, les nouveaux utilisateurs de FCEV sont satisfaits par cette technologie.

Table 1. Principaux avantages, inconvénients, recommandations et attentes, tels que rapportés par les sondés pour les trois applications.

Application	Forces (de la plus importante à la moins importante)	Faiblesses (de la plus importante à la moins importante)	Recommandations	Attentes
H2 et usage combiné ou non-spécifié	<ul style="list-style-type: none"> Bénéfique pour l'environnement (tous) Stockage d'autres sources d'énergies et réseau électrique (tous) Vecteur de chaleur et de puissance (DE, ES, SI) Évaluation sociétale positive (FR, DE) Abordable (UK, ES, SI) 	<ul style="list-style-type: none"> Manque de marché / acceptation du marché (tous) Coûts financier (tous) Régulations/normes inadéquates ou excessives (DE, ES, FR, UK) Manque de provisions de H2 (SI) manipulation et transport du H2 (SI) 	<ul style="list-style-type: none"> Soutien politique et gouvernemental (DE, ES, UK, FR) Soutien fiscal (DE, SI) Informé et engager toutes les parties prenantes (ES, FR) Conversion électricité en gaz (ES) R&D pour réduire les coûts (DE) Soutien des partenaires commerciaux (UK) Soutien stratégique (SI) Soutien de régulation (UK) 	<ul style="list-style-type: none"> Généralement positives (tous) Développement du marché à court terme (DE, FR, UK) Potentiel fort, futur incertain (ES, UK, FR) Conversion électricité en gaz (DE, ES, FR) Usage automobile crucial pour le futur du H2FC (ES, FR) Très répandu sur le long terme (SI, UK, ES) Différences nationales et spécificités (FR, UK, ES)
Piles à H2 stationnaires	<ul style="list-style-type: none"> Alimentation portable ou sans interruption (FR, UK, ES, DE) Fiabilité (DE, UK, ES) Efficacité (DE, ES, SI) Perceptions positives (DE, FR) Bénéfique pour l'environnement (DE, UK) Intégration avec des infrastructures existantes (UK) Opportunités à haute puissance (UK) 	<ul style="list-style-type: none"> Coûts financiers (DE, ES, UK, SI) Sensibilisation et soutien limités du gouvernement (DE, UK, SI, ES) Sous-investissement (FR, ES) Puissance relativement faible (FR) Défi de trouver des partenaires commerciaux (SI, DE, ES) 	<ul style="list-style-type: none"> Soutien continu gouvernemental (FR, SI, DE, ES, UK) Sensibilisation et compréhension du public renforcés (UK, DE) R&D pour réduire les coûts relatifs (FR, DE) Soutien de régulation (SI, UK, DE) Soutien gouvernemental cohérent (UK) 	<ul style="list-style-type: none"> Généralement positives (DE, UK, FR, ES) Développement du marché sur 5-10 ans (court-terme) (FR, UK, DE, ES) Négatives (SI) Attente faible sur court-moyen terme (ES, SI) Soutien gouvernemental (DE) Systèmes d'approvisionnement

	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des perturbations pour les consommateurs (UK, SI) • Réduit la pression sur les réseaux d'approvisionnement électrique (SI, UK) • Convient à diverses conditions (SI, DE) 	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes d'approvisionnement et de distribution (UK, DE) • Concurrence de technologies alternatives (UK, DE) • Complexité du système et/ou de ses composants (ES, SI) • Inefficacité (ES, DE) 	<ul style="list-style-type: none"> • Soutien des partenaires commerciaux (ES) • Politique incitative pour le stockage (ES) 	<p>ininterrompu comme créneau (DE)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inévitabilité / tôt ou tard / enthousiasme (UK) • H2 en tant que stockage est essentiel (UK, DE) • Usage du créneau en priorité (FR, UK)
Véhicules électriques à pile à H2	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne technologie en soi et par rapport aux alternatives (FR, UK, DE, ES) • Absence d'émissions locales (FR, SI, UK, ES) • Portée, recharge rapide, refroidissement rapide, résistant au froid (FR, DE, ES, UK) • Silencieux et sûr (SI, FR, UK, DE) • Convient pour des flottes spécifiques (SI) • Efficacité des piles (SI) • Haute performances et soutien (UK) • Hydrogène en tant que co-gaz avec le CNG pour les véhicules (ES) 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts financiers (tous) • Concurrence perçue avec autres tech. (ES, UK, SI, DE) • Sensibilisation et soutien limités du gouvernement (tous) • Manque d'approvisionnement (durable) en hydrogène (FR) • Complexité du système technique/sociotechnique (tous) • Manque de marché (tous) • Manque de conscience du public (FR) 	<ul style="list-style-type: none"> • Soutien gouvernemental et politique (FR, SI, UK, DE, ES) • Soutien général pour réduire les coûts (tous) • Investissement dans les infrastructures de recharge (UK, ES, DE, SI, FR) • Plus de communication et d'engagement (FR, UK, ES) • Informer et engager le public (FR, UK, DE, ES) • Soutien de régulation (SI, FR, UK, DE) • R&D pour réduire les coûts (DE) • Soutien au niveau des villes (DE, ES) 	<ul style="list-style-type: none"> • Généralement positives (tous) • Attentes faibles à court et moyen terme (tous) • Différenciation des entreprises et des marchés DE, ES) • Des normes d'émissions plus strictes inciteront le H2 dans le transport (UK, FR, DE) • Développement modeste par rapport aux autres pays (SI) • Inévitabilité et irréfutabilité valorisantes (SI) • Véhicule spécifique en priorité (SI)

4. Le coût financier perçu comme la principale faiblesse

Le défi économique est indiqué comme étant l'un des principaux obstacles au développement et à la commercialisation des technologies hydrogène. Les personnes interrogées mentionnent généralement les points suivant :

- Coût élevé et manque de compétitivité dans la production et le stockage de l'hydrogène.
- Manque d'installations / infrastructures (telles que les stations de ravitaillement) et coûts élevés pour le développement des infrastructures.
- Le prix final pour les consommateurs / utilisateurs est très onéreux (les véhicules privés pour les usagers de classe moyenne, les flottes d'autobus pour l'administration publique et les applications stationnaires pour les ménages privés représentent des coûts supplémentaires non abordables pour une nouvelle technologie).



- Les coûts associés à la technologie hydrogène sont élevés. De plus, dans certains pays, le manque de marchés et l'absence d'économie d'échelle compliquent le développement initial.

5. Réglementation inadéquate / excessive - sensibilisation limitée du gouvernement :

Selon les personnes interrogées, une législation spécifique favorisant l'utilisation d'hydrogène pour la production et la gestion d'énergies renouvelables est inexistante, inadéquate ou excessive dans certains pays (ce qui est perçu comme un problème critique dans le contexte espagnol). Cela fait écho aux résultats des enquêtes : les parties prenantes perçoivent que les politiciens et les régulateurs ont une connaissance limitée des technologies HFC.

6. Soutien plus général : revendications des acteurs

Une recommandation commune faite par les participants est la nécessité d'une stratégie solide et de politiques spécifiques pour promouvoir les technologies de l'hydrogène. Certains participants soulignent que chaque pays a des objectifs différents et qu'une stratégie européenne commune est primordiale. Ils réclament davantage d'engagement du gouvernement et des politiques pour encourager le développement des technologies hydrogène, au moyen d'incitations politiques, d'un cadre réglementaire ou d'investissements en R&D pour réduire les coûts. Aussi, la nécessité de solides partenariats commerciaux est estimée nécessaire de manière générale.

7. La communication et l'engagement sont essentiels

Afin d'obtenir l'acceptation du public, les parties prenantes soulignent la nécessité d'informer au sujet des applications de l'hydrogène. L'enquête a indiqué que le public est perçu comme le groupe ayant le niveau de sensibilisation le plus bas, suivi par les politiciens et les utilisateurs industriels / commerciaux. Selon les intervenants, il est important de communiquer sur les avantages et les questions de sécurité pour sensibiliser le public.

8. Différentes attentes sur différentes applications

Des sentiments ambivalents sont signalés par les interviewés lorsqu'ils sont interrogés sur l'avenir du secteur de l'hydrogène. En général, ils ont tendance à avoir des opinions positives et considèrent que le marché se développera à court terme (5 ans). Mais les attentes varient d'une application à l'autre. Le point de vue des sondés sur l'offre et l'utilisation de l'hydrogène est positif et ils considèrent que l'hydrogène jouera un rôle clé dans les énergies vertes. Ils pensent aussi qu'il existe des possibilités économiques pour les technologies de l'hydrogène en tant que moyen de stockage.

En ce qui concerne les applications stationnaires, les interviewés espagnols présentent les pires attentes. Ils estiment improbable que les piles à combustible résidentielles se développent à moyen terme. Ils perçoivent que le marché n'est pas développé et que la demande sera très faible. D'autres interviewés mentionnent des différences entre les pays, tel que le marché japonais bien développé



où il y a un fort soutien gouvernemental. De plus, certains sondés perçoivent que les piles à hydrogène résidentielles ne peuvent pas concurrencer d'autres alternatives, comme la cogénération ou les technologies thermiques solaires.

Par rapport aux FCEV, les attentes sont divisées. Il y a un sentiment généralement plus positif sur l'avenir des véhicules à pile à hydrogène, bien que les attentes soient également pessimistes à court et à moyen termes.

Recommandations d'orientation politique

L'objectif de cette étude a été d'acquérir une connaissance approfondie de la situation et des perspectives pour l'acceptation sociétale de ces technologies dans cinq pays européens. L'acceptation de la société est interprétée globalement, car elle implique non seulement le public mais aussi les acteurs ayant une influence sur la réussite des technologies, y compris les régulateurs, les agences d'innovation et les entreprises. À cette fin, des concepts issus des systèmes d'innovation et de la littérature de transitions sociotechniques ont été utilisés dans la conception et l'analyse de l'étude. La thèse principale est que l'acceptation sociale réussie d'une technologie exige un alignement positif des points de vue des parties prenantes.

Dans l'ensemble, bien que les acteurs de R&D aient une appréciation positive forte des technologies HFC, ils considèrent que les coûts et le soutien réglementaire, politique et commercial limité, en plus de la concurrence des autres technologies, constituent des obstacles clés et interdépendants. En conséquence, malgré les bénéfices perçus, les participants considèrent généralement que ces obstacles sont susceptibles d'être surpassés à moyen ou à long terme plutôt qu'à court terme. De nombreuses raisons spécifiques ont été données à cet égard, mais la principale est le coût des infrastructures de ravitaillement en hydrogène et des composants HFC, prenant en compte le contexte d'engagement des entreprises automobiles envers les véhicules électriques à batterie et l'absence d'efficacité économique pour les usages résidentiels des HFC. Néanmoins, les technologies HFC sont également perçues comme offrant un potentiel de niche réaliste à court terme, en particulier pour l'alimentation ininterrompue, la puissance auxiliaire et la haute puissance comme les bus, les chariots élévateurs et les poids lourds. De même, l'hydrogène est considéré comme offrant un fort potentiel à court terme pour le stockage d'énergies renouvelables pour l'équilibrage du réseau et pour l'injection au réseau de gaz naturel.

Sur la base de ces constatations et afin de promouvoir l'adoption des utilisations de l'hydrogène et des piles à combustible, nous suggérons ce qui suit :

- Un soutien plus cohérent et soutenu du gouvernement (y compris au niveau européen) est nécessaire. De plus, il faut un cadre réglementaire plus appuyé, notamment en ce qui concerne les questions de sécurité. Les réglementations relatives à la qualité de l'air, visant à restreindre l'utilisation de combustibles fossiles pour le chauffage et la production d'électricité, ont été identifiées par les participants comme l'un des principaux facteurs pour le développement du marché des applications stationnaires et devraient donc, si elles ne le



sont pas déjà, être mises en place. En outre, les intervenants ont recommandé un soutien conduisant à une réduction des coûts.

- L'installation de stations de ravitaillement en hydrogène est un facteur clé pour la diffusion des FCEV. En plus du manque de stations, la fiabilité de la technologie est également un problème. Par ailleurs, le financement de projets de R&D est important pour rendre la technologie FCEV et les infrastructures liées plus fiables et réduire les coûts relatifs.
- L'hydrogène vert a été mentionné comme étant important dans le contexte d'acceptation sociale de l'hydrogène. Il faut donc financer des projets qui démontrent la capacité de production d'hydrogène sur place à partir d'énergies renouvelables, comme l'énergie éolienne ou le photovoltaïque. Ces technologies énergétiques propres devraient être encouragées comme source privilégiée de production d'hydrogène. Ces projets peuvent créer un soutien public et local aux technologies hydrogène.
- Les parties prenantes estiment que la familiarité avec les FCEV est faible au niveau public, mais aussi chez les politiciens et les régulateurs. Il est donc nécessaire d'entreprendre de nouveaux projets de démonstration et des campagnes de communication pour sensibiliser le public, soutenir les technologies de hydrogène et informer et mobiliser toutes les parties prenantes.



FCH-JU-2013-1
Acceptation de l'hydrogène dans la phase de transition
HYACINTH (621228)
SP1-JTI-FCH.2013.5.3

