

Baromètre H₂

Analyse indépendante de l'économie de
l'hydrogène en Suisse

Édition 2
Octobre 2022

Avant-propos



«De par la flexibilité qu'il offre en tant qu'agent énergétique, l'hydrogène <vert> permet le recours à des énergies renouvelables dans tous les domaines et favorise ainsi le couplage des secteurs, qui constitue une composante essentielle d'un secteur de l'énergie décarboné.»

OFEN, Thèses sur l'importance future de l'hydrogène dans l'approvisionnement énergétique de la Suisse, 27/09/2022

«L'UE vise certes à créer un marché européen commun de l'hydrogène et en sa qualité d'<Important Project of Common European Interest> (IPCEI), elle lui accorde toute la priorité qu'il mérite. Mais au niveau de la réalisation, les choses avancent lentement.»

Handelsblatt, 22/06/2022

La situation tendue sur les marchés de l'énergie montre bien à quel point l'alimentation en énergie est vulnérable quand elle n'est pas assez diversifiée. La transformation du système énergétique actuel en faveur du zéro net ne réussira que si elle se base sur un mélange étendu de sources d'énergie et d'infrastructures. En plus des électrons, nous aurons besoins de molécules, comme le biométhane et l'hydrogène (H₂). L'UE prend les devants et avec son plan REPowerEU, elle a encore rehaussé ses ambitions concernant l'utilisation du H₂ par rapport aux objectifs fixés dans «fit for 55». En Suisse, l'Office fédéral de l'énergie a pour la première fois présenté des thèses sur l'importance future du H₂ dans l'approvisionnement énergétique suisse à la fin du mois de septembre 2022.

Le travail de la Confédération va-t-il rapidement impacter le climat d'investissement en Suisse? En plus d'estimatifs réalisés par les auteurs sur différentes thématiques, la deuxième édition de notre Baromètre H₂ vous donne aussi une image de l'état d'esprit général des acteurs sur le marché suisse. Nous prévoyons de renouveler régulièrement ce sondage.

Les analyses ont une nouvelle fois été réalisées dans le cadre d'une coopération entre Polynomics et E-Bridge Consulting. Nous vous remercions pour les nombreuses réactions à notre première édition. La troisième édition devrait être publiée au printemps 2023.

Nous nous réjouissons de vos retours et de nos échanges.

Meilleures salutations,

Daniela Decurtins

Éditeur

Association Suisse de l'Industrie Gazière

Daniela Decurtins

Grütlistrasse 44 | 8002 Zurich

<https://gazenergie.ch/de/>

Tél. +41 44 288 31 31

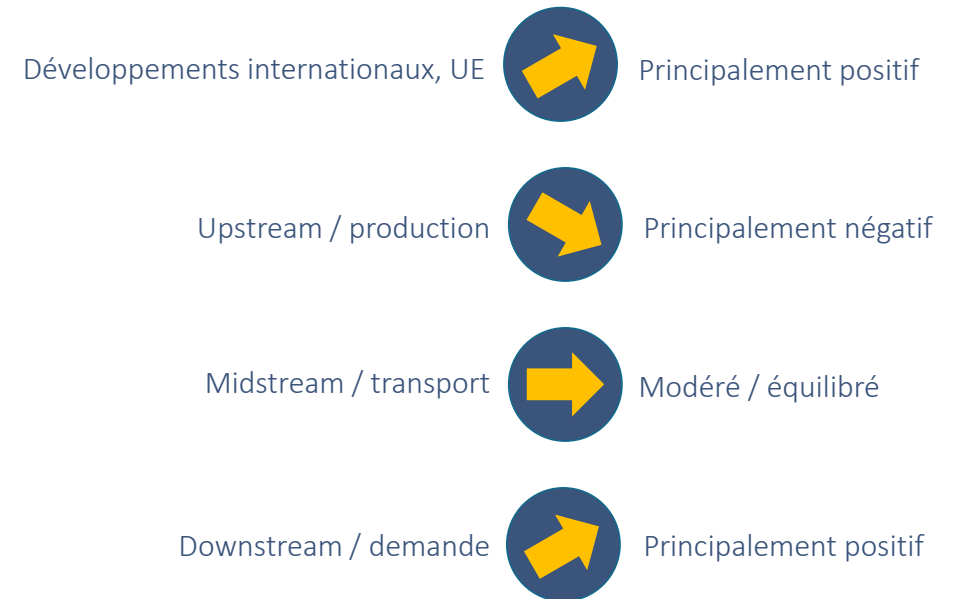


Thèses et tableau général

Neuf messages clés du Baromètre H₂

1. D'ici 2030, ce sont 20 millions de tonnes de H₂ vert qui devraient être utilisées par l'UE. La moitié sera importée. Pour atteindre ces objectifs ambitieux, il faudra d'énormes efforts et des conditions-cadres pragmatiques.
2. L'index basé sur le coût total du H₂ Hydrex est nettement plus volatil en 2022 qu'en 2021. L'hydrogène vert n'est actuellement pas compétitif par rapport à l'hydrogène gris à cause des prix de l'électricité en forte hausse.
3. Le prix de l'hydrogène vert produit localement est actuellement si élevé qu'il ne s'agit pas d'une option compétitive par rapport au diesel et à l'électricité aux stations-services suisses.
4. À plus long terme, il est probable que la structure d'approvisionnement se régionalisera sur le marché mondial du H₂ avec des chemins de transport relativement courts.
5. À l'avenir, le H₂ importé sera moins cher que le H₂ produit en Suisse. Ce prix réduit est surtout dû au nombre nettement supérieur de production à pleine charge d'électricité dans les régions favorisées sur le plan climatique.
6. Sondage – image globale: près de 60 % des personnes interrogées (principalement des approvisionneurs en énergie) ont un avis négatif sur le climat d'investissement dans l'économie du H₂ en Suisse. Presque tous considèrent les conditions-cadres gouvernementales comme encore plus défavorables.
7. Sondage – Upstream: au niveau Upstream, les prévisions partent de volumes de H₂ en hausse, aussi bien pour la production suisse que pour les importations, mais dans une moindre mesure. La priorité est clairement donnée à l'hydrogène vert.
8. Sondage – Midstream: à moyen terme, les personnes interrogées pensent que le transport en conteneurs jouera un rôle plus important. À long terme, on s'attend toutefois plutôt à un développement au moins important du transport basés sur le réseau et du stockage.
9. Sondage – Downstream: à moyen et long terme, une grande majorité des personnes interrogées envisagent une (très) nette hausse des applications du H₂ dans le trafic lourd. À long terme, elles s'attendent à un rôle plus important du H₂ dans la production industrielle et celle de l'électricité.

Analyse de la situation dans l'économie de l'hydrogène



L'UE a de grandes ambitions de développement du H₂ déjà pour 2030, mais il n'est pas certain que les conditions cadres soient appropriées pour les atteindre. En Suisse, l'économie du H₂ considère que les conditions-cadres et d'investissement actuelles sont mauvaises, mais pense qu'à moyen et surtout à long terme, l'hydrogène vert jouera un rôle important. Dans le secteur Upstream surtout, les impressions sont plutôt négatives, aussi à cause de la situation actuelle sur le marché de l'électricité.

L'univers de l'hydrogène en pleine mutation

Plan REPowerEU du 18 mai 2022

La Commission européenne poursuit deux objectifs avec son plan: la transformation du système énergétique européen afin de ne plus être dépendante des importations de Russie et d'améliorer la protection du climat. Le H₂ et le biométhane sont considérés comme le 4^e pilier et la clé vers une sécurité d'approvisionnement durable, à côté de l'efficacité énergétique, du développement des énergies renouvelables et des achats communs diversifiés de gaz naturel.

D'ici 2030, ce plan prévoit une utilisation à l'échelle de l'UE de 20,1 millions de tonnes d'hydrogène vert par an (666 TWh), pour moitié produites en UE et pour moitié importées. Il s'agit d'un développement massif par rapport aux objectifs du programme «fit for 55» qui en prévoyait 6,7 millions de tonnes. En plus de l'hydrogène vert, le plan prévoit aussi l'utilisation d'autres formes de production, y compris du H₂ produit à partir d'électricité nucléaire. Il est prévu d'accélérer les travaux nécessaires afin de définir les normes techniques du H₂ à tous les niveaux de la création de valeur.

Au total, ce ne sont pas moins de 300 milliards d'euros qui devraient être investis, dont 28 à 38 milliards pour les conduites de H₂ en UE et 6 à 11 milliards pour le stockage du H₂. Après «H₂-Tech», la Commission européenne a accordé plus de 5 milliards d'euros de subventions H₂ dans le cadre «Hy2Use» en septembre et a également annoncé la création d'une banque européenne de l'hydrogène. Cette dernière doit pouvoir acheter jusqu'à 3 milliards d'euros de H₂ pour faire du produit de niche qu'est le H₂ actuellement un produit de masse.

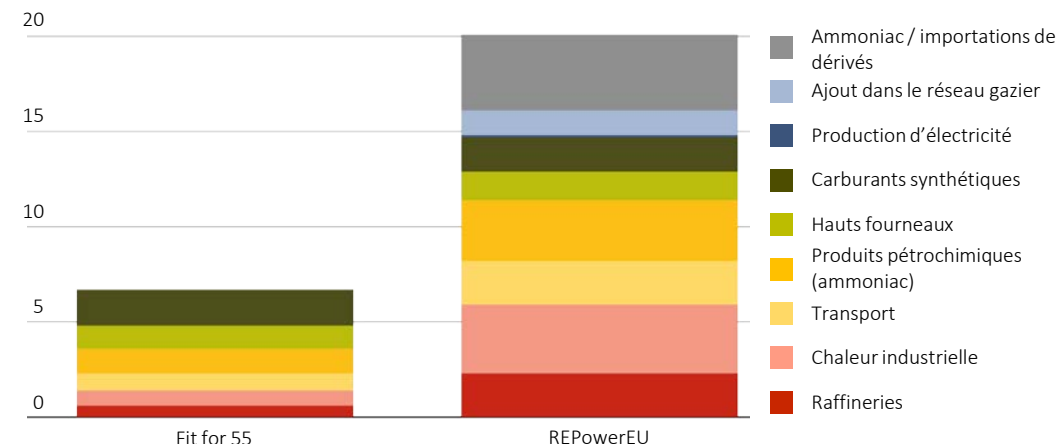
La réalisation des plans REPowerEU ambitieux n'a rien de sûr et nécessite un développement rapide des infrastructures requises, ainsi que d'autres efforts au niveau des capacités de production et de la demande. Et il faut également un cadre réglementaire pragmatique, qui n'existe pas pour l'instant.

État des lieux en Suisse

La Suisse se trouve en plein milieu du réseau européen de conduites de H₂ prévu. Elle fait partie du Comité européen de normalisation (CEN), responsable des normes techniques. De même, le système en cours de mise en place des certificats d'origine est coordonné avec l'UE.

Avec les «Thèses sur l'importance future de l'hydrogène dans l'approvisionnement énergétique de la Suisse», l'OFEN a posé les premières bases des développements futurs le 27 septembre 2022. La priorité est donnée à l'hydrogène vert importé.

Consommation en H₂ visée par branche en 2030 (millions de t de H₂)



Source: graphique interne basé sur la figure 4 du Staff Working Document «SWD(2022) 230 final» de la Commission européenne.

Le «Registre européen des gaz renouvelables» (ERGaR) est lancé

Avec le «CoO Scheme», l'ERGaR a mis en place un système de négoce international pour les certificats d'origine (CO) des gaz renouvelables, qui comprend aussi le H₂. Les premières petites quantités ont été négociées en 2021 via ce système. Au premier semestre 2022, les transferts portaient sur 582 GWh. L'ASIG est prêt en tant qu'organe de clearing suisse et dans d'autres pays européens, il y a également des registres de CO pour les carburants liquides et gazeux établis ou en cours de construction.

D'autres harmonisations et la création de conditions-cadres contraignantes ont été annoncées, mais elles devront encore être concrétisées dans les années à venir. Dans l'UE, il y a déjà un cadre légal avec la directive 2018/2001 (RED II).

D'ici 2030, ce sont 20 millions de tonnes de H₂ vert qui devraient être utilisées par l'UE. La moitié sera importée. Pour atteindre ces objectifs ambitieux, il faudra d'énormes efforts et des conditions-cadres pragmatiques.

L'Hydex Suisse et la dépendance aux prix de l'électricité

L'Hydex est un index de prix au comptant basé sur le coût des principales technologies H₂. Il indique le coût total (coût fixe et variable) de la production de H₂ sans le transport et les frais de distribution et représente donc un indicateur majeur concernant la rentabilité des investissements dans le H₂.

Les principaux paramètres d'entrée variables sont les prix de l'électricité à court terme (du jour) pour l'Hydex vert et les prix de marché gazier ainsi que le prix de marché futur des émissions de CO₂ (EUA) pour l'Hydex gris.

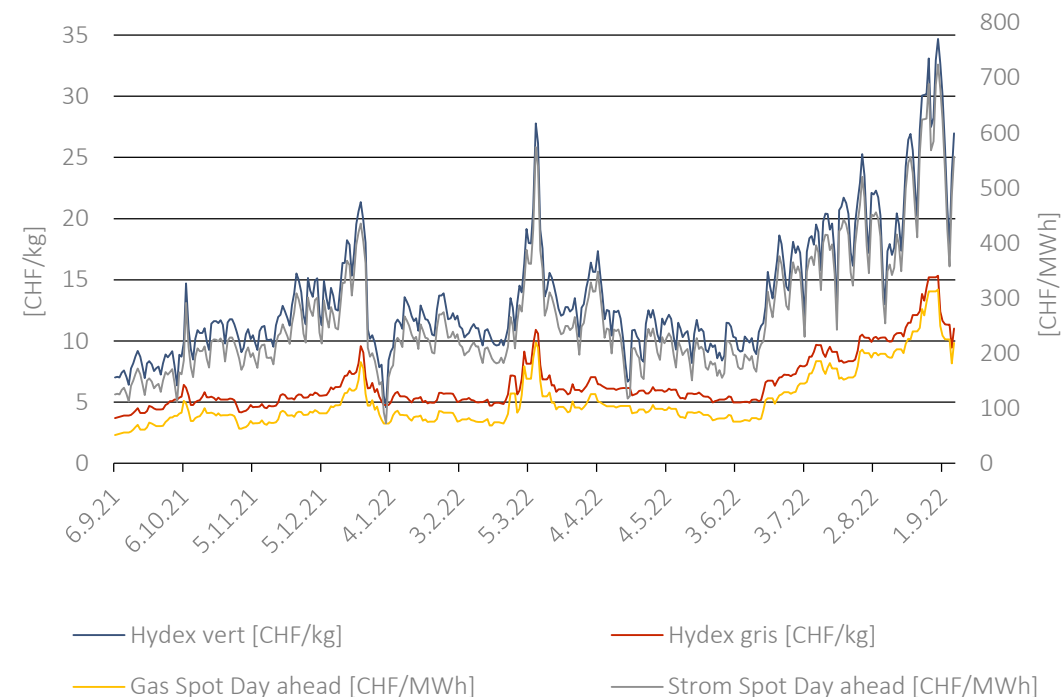
Ce coût total tient également compte des CAPEX de l'électrolyse à hauteur de 1200 CHF au kW_{el}. L'investissement total est calculé sur la base d'un intérêt de 8 % sur 20 ans. En tenant compte d'un rendement estimé à 60 % concernant le pouvoir calorifique inférieur du H₂, on peut alors en déduire les CAPEX de manière spécifique aux quantités de H₂.

Par principe, un nombre élevé d'heures à pleine charge est une incitation à produire de l'hydrogène vert, en plus des prix bas de l'électricité. À cause des coûts marginaux très bas des énergies renouvelables (ER), une disponibilité élevée d'ER signifie généralement des coûts bas de l'électricité. En raison de la situation géopolitique tendue en ce moment, ainsi que de l'arrêt de certaines centrales électriques, les prix de l'électricité, du gaz et du CO₂ ont nettement augmenté en 2022. L'Hydex est donc aussi à un niveau largement supérieur pour toutes les technologies et en particulier pour l'«Hydex vert», tout en étant très volatil.

Comparatif des valeurs moyennes [en CHF/kg]	2 ^e semestre 2021	1 ^{er} semestre 2022	Moyenne sur 100 jours
Hydex vert	11.22	14.72	18.82
Hydex gris	5.31	7.15	9.05

La volatilité des coûts de production d'hydrogène vert peut être réduite par une acquisition structurée de l'électricité ou des «Power purchasing agreements» (PPA). Rétrospectivement, un tel hedging aurait été très avantageux au vu du développement actuel des prix au comptant.

Hydex Suisse



Sources de données:
EPEX Spot CH; EEX-THE-Day-Ahead; EEX European Carbon Futures

L'index basé sur le coût total du H₂, Hydex est nettement plus volatil en 2022 qu'en 2021. L'hydrogène vert n'est actuellement pas compétitif par rapport à l'hydrogène gris à cause des prix de l'électricité en forte hausse.

H₂ en station-service

Sur la base de l'Hydex (voir diapositive 5), on peut calculer un index synthétisée du coût de mise à disposition de H₂ en station-service. En plus du coût total de la production de H₂ (Hydex 1/2022), le coût de mise à disposition de H₂ comprend le coût de l'infrastructure ainsi que celui de l'exploitation des stations-services. Le coût de l'infrastructure est composé des frais de transmission et de distribution par camion ainsi que du stockage en citernes LH₂.

Le coût aux 100 km permet de déduire des affirmations simples sur la compétitivité du H₂ par rapport aux autres carburants. Il suffit de comparer les prix actuels en station-service du diesel et de l'électricité au coût de mise à disposition du H₂ calculé. Les taxes sur le diesel et l'électricité figurent à part. Dans la comparaison à droite, la TVA n'est pas incluse.

Pour les véhicules particuliers (VP) et le trafic lourd, les seuls coûts de mise à disposition inférieurs à ceux de la valeur de référence du diesel sont actuellement ceux du H₂ bleu et du H₂ gris. Le H₂ vert pour les VP serait actuellement compétitif à partir d'un prix du diesel de 2.85 CHF/l ou un coût de l'électricité de 1.23 CHF/kWh.

Dans le trafic lourd, le H₂ vert serait compétitif à partir d'un prix du diesel de 3.29 CHF/l s'il n'y avait pas la redevance sur le trafic des poids lourds liée aux prestations (RPLP). L'exonération de la RPLP sur les camions fonctionnant au H₂ augmente leur compétitivité par rapport aux camions roulant au diesel.

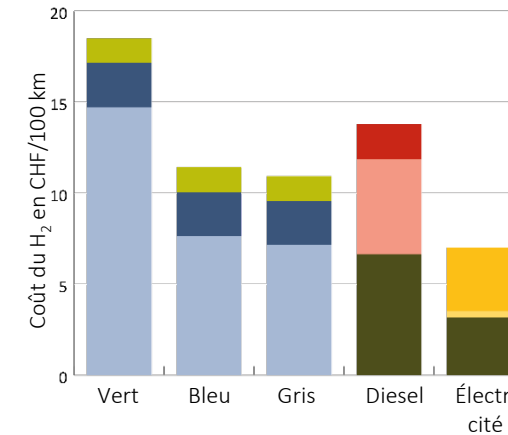
Il faut toutefois noter que pour avoir des affirmations plus vraies sur la compétitivité du point de vue du client, il faudrait tenir compte d'autres frais liés à l'achat et l'entretien des véhicules, ainsi que des aspects de confort.

Le prix de l'hydrogène vert produit localement est actuellement si élevé qu'il ne s'agit pas d'une option compétitive par rapport au diesel et à l'électricité aux stations-services suisses.



VP en station-service:

coût de mise à disposition du H₂ comparé au coût du diesel et de l'électricité



Consommation supposée VL

- Diesel: 6.5 l/100km
- H₂: 1 kg/100km
- Électricité: 15 kWh/100km

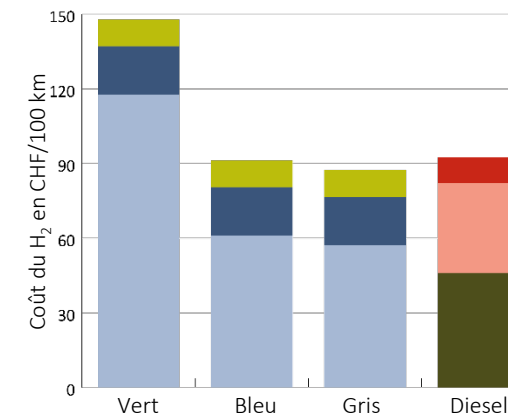
Prix supposés

- H₂: Hydex 1/2022 + 3.78 CHF/kg
- Diesel: 2.12 CHF/l
- Électricité 21.2 ct/kWh

- Coûts de production
- Infrastructure
- Station-service
- Coûts/bénéfices
- Taxe sur l'huile minérale
- Surtaxe sur les huiles minérales
- Majoration réseau
- Infrastructure et marge

Trafic lourd en station-service:

coût de mise à disposition du H₂ comparé au coût du diesel



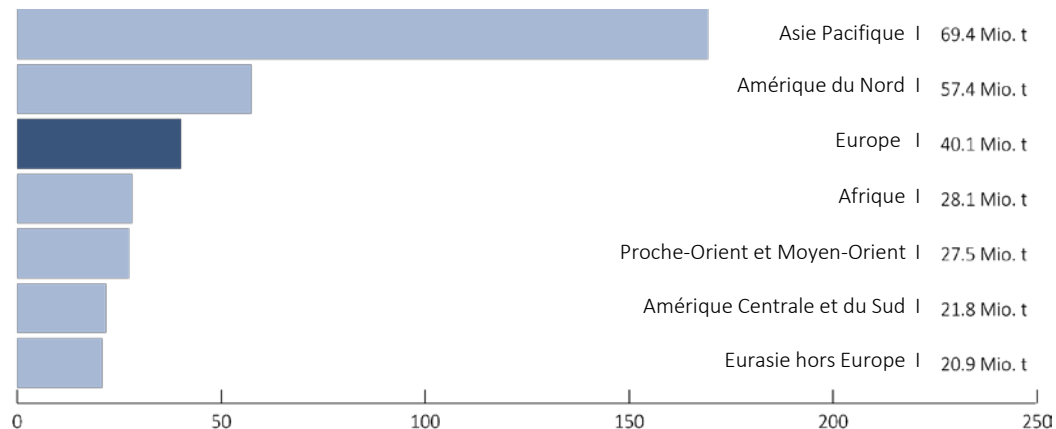
Consommation supposée PL

- Diesel: 45 l/100km
- H₂: 8 kg/100km

Remarque
Sans tenir compte de la RPLP pour les véhicules dans le transport de marchandises > 3.5 t de 2.30 – 3.10 cts/1000 km. Les PL au H₂ en sont exonérés conformément aux dérogations («véhicules automobiles à propulsion électrique»).

Structure des besoins mondiaux en H₂ et des importations en 2050

Besoins mondiaux en H₂ prévisionnels: 365,2 millions de tonnes



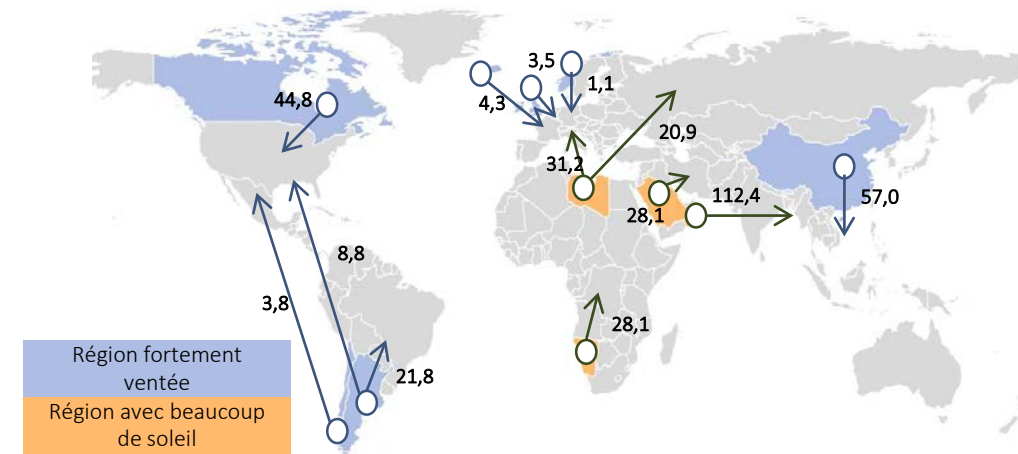
Graphique selon Heuser et al. (2020) Worldwide Hydrogen Provision Scheme Based on Renewable Energy

Les importations mondiales prévisionnelles à long terme de H₂ s'élèvent à plus de 365 millions de tonnes de H₂ par an en 2050. Avec 40 millions de tonnes de H₂ par an, l'Europe représente près de 1/9 des besoins mondiaux, l'Asie-Pacifique environ quatre fois plus.

Dans les pays avec beaucoup de vent ou de soleil, le H₂ peut être produit à un coût très faible à cause du nombre élevé d'heures à pleine charge de production d'électricité.

Alors que le potentiel mondial d'offre de H₂ est plus de quatre fois plus élevé que les besoins, le transport du H₂ sur de longues distances représente une part importante des coûts. Pour l'optimisation de l'infrastructure d'importation, on tient également compte des dérivés du H₂, l'application finale quant à elle ne porte que sur le H₂.

Flux de H₂ à long terme optimisés par rapport au coût afin de couvrir la demande attendue



Source: Heuser et al. (2020) Worldwide Hydrogen Provision Scheme Based on Renewable Energy

À cause de l'importance du prix du transport du H₂ dans le prix total, il faudra compter sur une structure d'approvisionnement régionalisée à long terme sur le marché mondial et équilibré de H₂.

Les déclarations d'intention actuelles des États européens concernant la coopération dans le H₂ avec des pays très éloignés pour certains montrent qu'à moyen terme, d'autres schémas d'importation pourraient tout à fait être possibles. L'étendue des flux d'importation ne dépend finalement pas seulement de l'évolution du coût de transformation et de transport, mais aussi de réflexions géopolitiques et d'interdépendances.

À plus long terme, il est probable que la structure d'approvisionnement se régionalisera sur le marché mondial du H₂ avec des chemins de transport relativement courts.

Potentiels d'importation futurs pour le H₂ vert

Le besoin en importation total estimé pour l'Europe d'une quarantaine de millions de tonnes en 2050 devrait être couvert à environ 75 % par l'Afrique du Nord. Le reste proviendrait de l'approvisionnement interne, surtout des pays du Nord de l'Europe.

Sur la base d'une baisse supposée du coût d'investissement pour l'électrolyse (2050: 500 CHF/kW_{el}), le coût d'importation moyen pour l'Europe serait de l'ordre de 3.80 CHF/kg en 2050. Ce coût ne comprend pas les frais de transport et de financement nationaux, ni les marges et représente une projection jusqu'à l'horizon 2050.

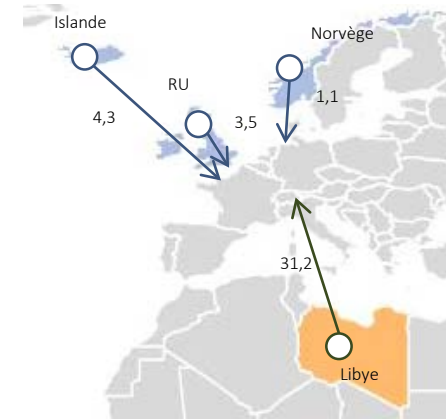
Si l'on part du coût actuel d'investissement pour l'électrolyse (1200 CHF/kW_{el}), le coût total serait 1.40 CHF/kg supérieur, soit 5.20 CHF/kg. Beaucoup d'heures de production à pleine charge dans les régions favorisées sur le plan climatique entraînent une baisse du coût de production du H₂ via deux canaux: d'une part via des prix de l'électricité plus bas et d'autre part grâce à un nombre élevé d'heures à pleine charge pour l'électrolyse.

Si l'on tient compte des prévisions actuelles pour le coût d'investissement en 2050 concernant l'infrastructure périphérique pour la transformation, le stockage et le transport par exemple, le coût total de l'importation de H₂ reste inférieur au coût actuel d'une production suisse (11.22 et 14.72 CHF/kg, voir diapositive 5).

Pour que le H₂ vert européen importé soit compétitif en termes de coûts, le prix de l'électricité doit nettement baisser par rapport au 2^e semestre 2021. Le coût pour le transport et le stockage en Europe doit aussi être pris en compte. Les régions favorisées sur le plan climatique auraient toutefois toujours l'avantage de plus d'heures à pleine charge.

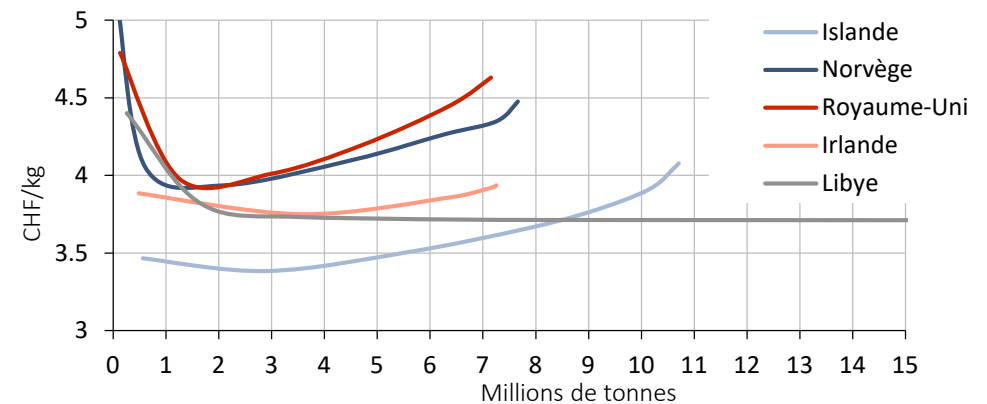
À l'avenir, le H₂ importé sera moins cher que le H₂ produit en Suisse. Ce prix réduit est surtout dû au nombre nettement supérieur de production à pleine charge d'électricité dans les régions favorisées sur le plan climatique.

Voies d'importation pour l'Europe (flux de H₂ en millions de tonnes)



Source: Heuser et al. (2020) Worldwide Hydrogen Provision Scheme Based on Renewable Energy

Potentiels d'approvisionnement et courbes des coûts pour des régions au climat favorable sélectionnées, coût de mise à disposition du H₂ au niveau de la frontière de l'UE

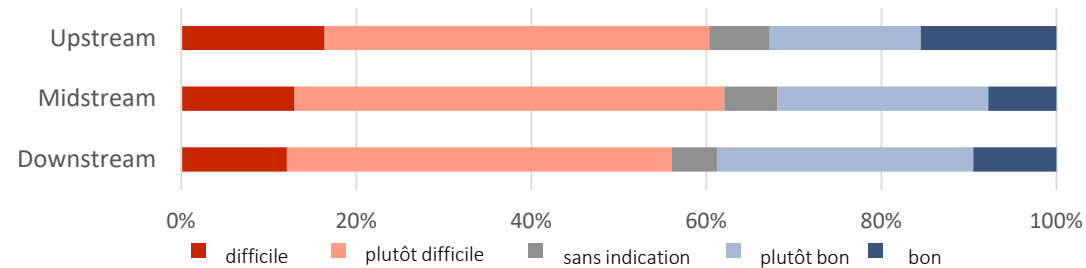


Source: Heuser et al. (2020) Worldwide Hydrogen Provision Scheme Based on Renewable Energy

Sondage – État d'esprit général dans l'économie suisse du H₂

Climat d'investissement actuel

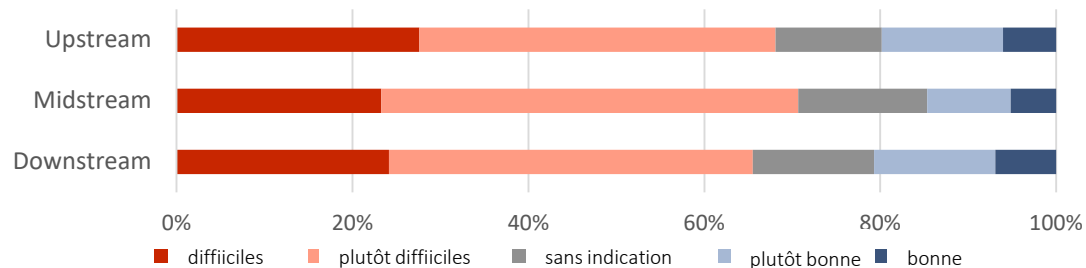
Le climat d'investissement actuel est considéré comme «plutôt mauvais» à «mauvais» par 60 % des 116 personnes interrogées. Cette affirmation s'applique à tous les niveaux de création de valeur. Dans le secteur Upstream, la part des affirmations claires «bon» ou «mauvais» est la plus élevée.



Appréciation des conditions-cadres mises en place par l'État

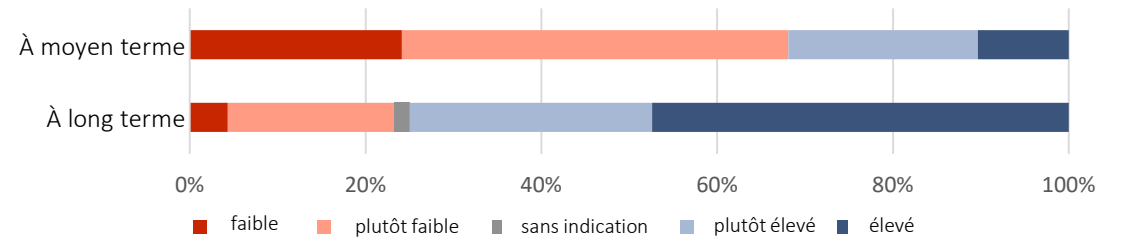
Les conditions-cadres mises en place par l'État sont par tous considérées comme plus défavorables que le climat d'investissement: à chaque niveau de création de valeur, au moins 2/3 des personnes interrogées pensent que celles-ci sont «plutôt mauvaises» ou «mauvaises».

Dans les questions ouvertes sur les niveaux de création de valeur, les conditions-cadres sont souvent citées comme facteur essentiel pour le développement futur, que ce soit directement ou indirectement. Les mots-clés évoqués sont l'absence de conditions-cadres, l'absence de vision globale sur le secteur de l'énergie, l'absence d'un cadre de promotion, la disponibilité d'électricité renouvelable, le coût du CO₂, ainsi que les certificats d'origine.



Un regard vers le futur: contribution de l'économie du H₂ à l'approvisionnement énergétique

À moyen terme, c'est-à-dire dans les 5 à 10 ans à venir, une seule personne sur trois pense que l'économie du H₂ prendra une part «élevée» ou «plutôt élevée» dans l'approvisionnement énergétique de la Suisse. À long terme, d'ici 2050, 3/4 des personnes interrogées indiquent toutefois que l'économie du H₂ devrait y contribuer de manière «élevée» à «plutôt élevée».



Détails concernant le sondage

Le sondage en ligne a été réalisé aux mois d'août et de septembre 2022. Il s'agissait d'un sondage anonyme auprès des membres de l'ASIG, de l'AES, d'entreprises industrielles et de producteurs. L'analyse tient compte de 116 formulaires complets. Près de 80 % proviennent d'entreprises de l'approvisionnement en énergie. Plus de la moitié des participants a indiqué occuper un poste dans la direction ou la production (y compris dans la partie technique). Un quart des personnes interrogées a répondu en français et tous les autres en allemand.

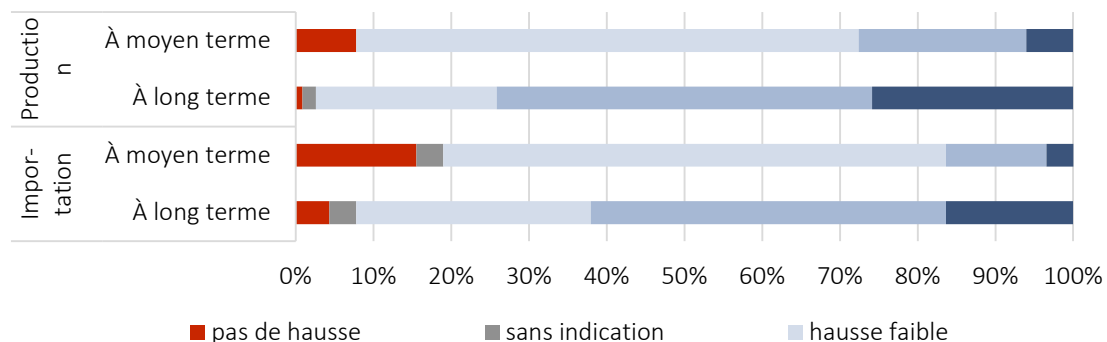
Près de 60 % des personnes interrogées (principalement des approvisionneurs en énergie) ont un avis négatif sur le climat d'investissement dans l'économie du H₂ en Suisse. Presque tous considèrent les conditions-cadres gouvernementales comme encore plus défavorables.

Sondage – Upstream

Appréciation générale production et importation

Les 116 sondés ont tous un à-priori positif sur le futur de la production de H₂ en Suisse: alors qu'une seule personne sur quatre indique penser qu'il y aura une hausse au moins importante de la production à moyen terme (dans les 5 à 10 ans à venir), 3/4 des personnes interrogées partent du principe d'une «hausse importante» à «une hausse très importante» d'ici 2050.

Au niveau des importations, les avis sont plus mitigés: quatre personnes interrogées sur cinq partent du principe d'une «hausse faible» au maximum dans les 5 à 10 ans. Et un sondé sur trois pense qu'il y aura seulement une hausse faible des quantités d'ici 2050.



Au niveau Upstream, les prévisions partent de volumes de H₂ en hausse, aussi bien pour la production suisse que pour les importations, mais dans une moindre mesure. La priorité est clairement donnée à l'hydrogène vert.

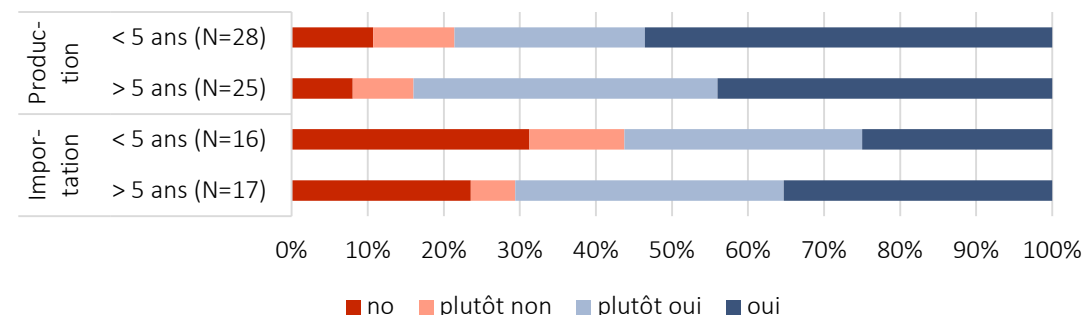
Focus sur les acteurs dans le secteur Upstream

28 personnes interrogées ont indiqué que leur entreprise faisait partie du secteur Upstream. La grande majorité prévoit une augmentation (important) des capacités de production ou d'importation.

Dans la production de H₂ surtout, près de quatre entreprises sur cinq comptent investir dans les cinq prochaines années.

Ici aussi, la tendance est positive. Ainsi, au niveau des importations, le nombre d'entreprises qui envisagent d'augmenter la quantité importée de H₂ passe de près de 55 % à plus de 70 %.

Augmentation (supplémentaire) auprès des acteurs Upstream?



H₂ vert

Plus de 90 % des personnes interrogées avec des installations de production (N=21) produisent de l'hydrogène vert en utilisant le procédé d'électrolyse de l'eau avec de l'électricité verte. Certaines produisent encore du H₂ gris.

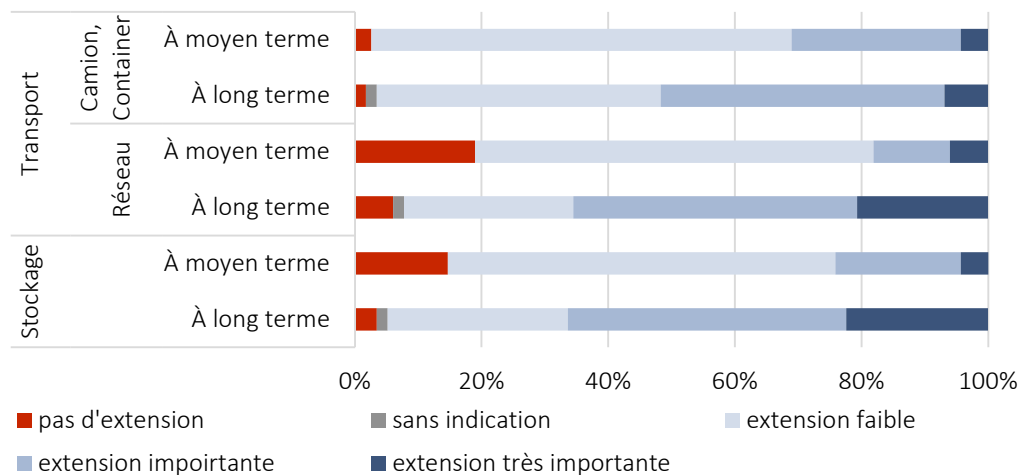
90 % des sondés qui souhaitent créer de nouvelles possibilités d'importation (N=18) et capacités de production (N=26) partent du principe que dans plus de cinq ans, il s'agira majoritairement de H₂ vert. Dans les cinq prochaines années, la part de H₂ vert dans les importations sera inférieure à 50 % pour encore un tiers des personnes interrogées.

Sondage – Midstream

Appréciation générale transport et stockage

La grande majorité des 116 personnes qui ont répondu au sondage est convaincue que les capacités de transport et de stockage devraient augmenter au moins faiblement. À moyen terme (dans les 5 à 10 ans à venir), seulement 20 à 30 % des personnes interrogées pensent que l'extension sera «importante» à «très importante».

De manière générale, tous s'imaginent que le transport par conteneurs et par réseau, ainsi que le stockage du H₂ vont se développer. Alors qu'à moyen terme, plus de personnes interrogées pensent que l'extension du transport par conteneur sera au moins importante (30 %), à long terme le nombre de sondés qui partent du principe d'une extension du réseau et du stockage au moins importante est plus élevé (65 %).



À moyen terme, les personnes interrogées pensent que le transport en conteneurs jouera un rôle plus important. À long terme, on s'attend toutefois plutôt à un développement au moins important du transport basés sur le réseau et du stockage.

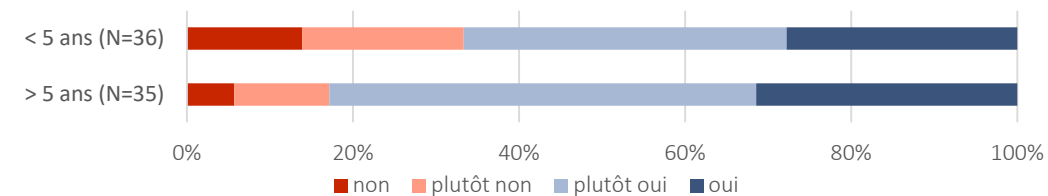
Focus sur les acteurs dans le secteur Midstream

36 personnes interrogées ont classé leur entreprise dans un ou plusieurs secteurs Midstream.

Secteurs d'activité Midstream (N=36, plusieurs réponses possibles)	
Transport en réseau de gaz avec adjonction d'hydrogène	20
Transport en réseau H ₂ exclusif	10
Stockage de H ₂	10
Logistique de transport H ₂ (route ou rail)	8

Près de 30 % des acteurs Midstream interrogés ont déjà prévu d'investir (davantage) dans le secteur du transport ou du stockage du H₂. À plus long terme, 80 % pensent que d'autres investissements sont probables. Près d'un tiers indique ne pas envisager d'autres investissements dans les cinq prochaines années.

(Autres) investissements chez les acteurs Midstream?



Gestionnaires de réseau de gaz comme acteurs Midstream H₂

78 % des acteurs Midstream interrogés exploitent un réseau gazier.

Plus de la moitié des gestionnaires de réseau de gaz investissent déjà en partie dans le «H₂-ready». Une bonne partie (un tiers) indique que dans plus de cinq ans, plus de 50 % (100 %) des investissements de remplacement seront «H₂-ready».

Une petite moitié peut s'imaginer l'exploitation des conduites avec seulement du H₂ dans plus de cinq ans.

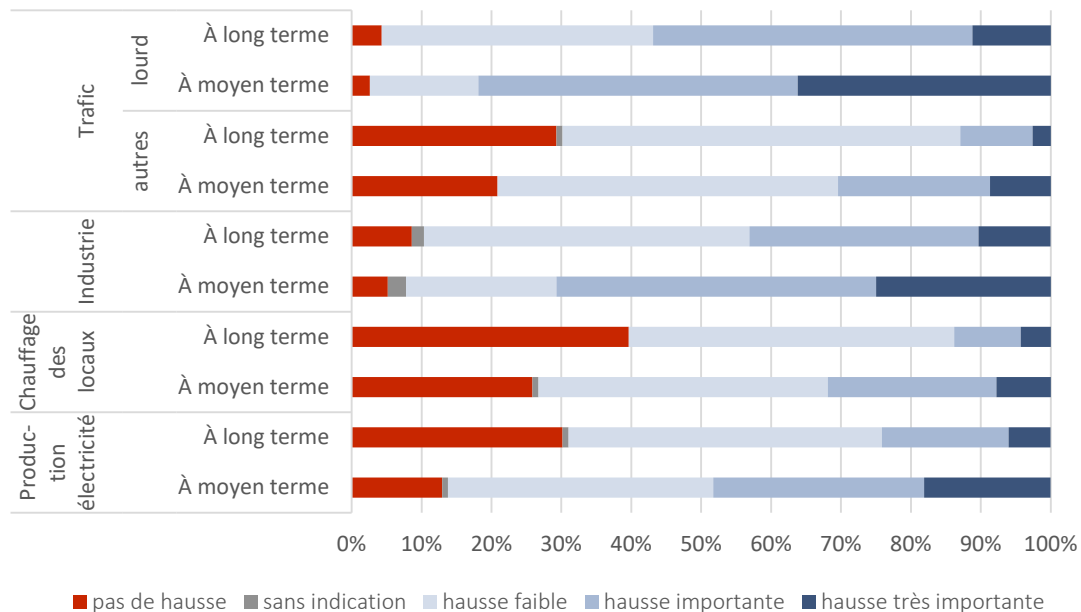
Sondage – Downstream

Appréciation générale utilisation du H₂

Les 116 personnes interrogées posent des attentes différentes en fonction de l'usage du H₂. Pour chacune des applications citées, une grande majorité est convaincue que l'utilisation du H₂ va augmenter.

Une large majorité des sondés attend une (très) nette augmentation dans le trafic lourd, longue distance et aérien («Trafic, lourd»). C'est aussi le cas, mais dans une moindre mesure, à plus long terme pour l'utilisation du H₂ dans l'industrie. Le nombre de personnes ayant répondu qu'elles ne pensaient pas à une hausse dans ces secteurs représente un pourcentage à un chiffre.

Le scepticisme est en revanche de mise concernant l'utilisation du H₂ dans le secteur du chauffage. Pour la mobilité autre et encore plus pour la production d'électricité, plus de personnes interrogées peuvent s'imaginer une hausse. Dans la production d'électricité, 50 % des participants attendent à long terme au moins une hausse forte de l'utilisation du H₂.

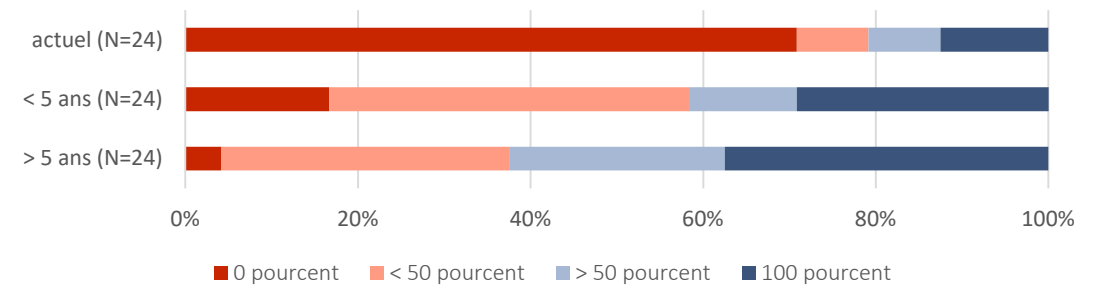


Focus sur les acteurs dans le secteur Downstream

29 personnes interrogées ont classé leur entreprise dans le secteur Downstream, seulement 17 % utilisant ou prévoyant concrètement l'utilisation du H₂. Quatre cinquièmes des personnes interrogées pensent élargir (davantage) l'utilisation du H₂ dans plus de 5 ans. Seulement un participant sur deux le prévoit au cours des 5 prochaines années.

Part de H₂ vert dans les nouvelles activités chez les acteurs Downstream

Actuellement, 70 % des consommateurs de H₂ interrogés n'utilisent pas de H₂ vert. Trois sur quatre pensent utiliser au moins aussi du H₂ vert pour de nouveaux projets dans les 5 années à venir. À long terme, presque deux tiers considèrent utiliser majoritairement du H₂ vert pour les nouveaux projets.



À moyen et long terme, une grande majorité des personnes interrogées envisagent une (très) nette hausse des applications du H₂ dans le trafic lourd. À long terme, elles s'attendent à un rôle plus important du H₂ dans la production industrielle et celle de l'électricité.

Glossaire

Électrolyse

L'électrolyse est une réaction chimique au cours de laquelle l'électricité (flux d'électrons) scinde un composé chimique, par exemple l'eau en hydrogène et en oxygène. L'électricité est amenée dans un liquide conducteur (électrolyte) par le biais de deux électrodes (anode et cathode). Les produits de la réaction dépendent des substances contenues dans l'électrolyte et se forment sur les électrodes.

Pile à combustible

Les piles à combustible sont des convertisseurs d'énergie. L'énergie chimique d'un combustible, comme l'hydrogène par exemple, est transformée en électricité. Cette réaction est exactement le contraire de ce qu'il se passe dans l'électrolyse. Mais la pile à combustible aussi est composée de deux électrodes qui laissent passer le gaz ainsi que d'une couche d'électrolyte qui sépare les gaz.

Vaporéformage

Le vaporéformage est un procédé industriel de production d'hydrogène dans lequel un combustible contenant du carbone, généralement du gaz naturel, réagit avec la vapeur d'eau. Actuellement, encore près de 96 % de l'hydrogène produit dans le monde l'est de cette manière.

Power-to-X

Dans le cas du Power-to-X (P2X), l'électricité est utilisée pour transformer l'énergie en une forme plus utile pour certaines applications, comme par exemple pour produire des gaz (Power-to-Gas), de la chaleur (Power-to-Heat) ou des agents énergétiques liquides (Power-to-Liquid).

H₂ gris

Hydrogène produit à partir de combustibles fossiles (principalement le gaz naturel). Généralement, on chauffe du gaz naturel pour le transformer en hydrogène et CO₂ (vaporéformage).

H₂ bleu

L'hydrogène bleu est de l'hydrogène gris pour lequel la plus grande partie du CO₂ produit est extrait et stocké (Carbon Capture and Storage, CCS en anglais).

H₂ turquoise

L'hydrogène turquoise est de l'hydrogène qui a été fabriqué par scission thermique du méthane (pyrolyse du méthane). À la place du CO₂, c'est du carbone solide qui est produit. Les conditions à la neutralité en CO₂ de ce procédé sont l'alimentation thermique du réacteur haute température avec des sources d'énergies renouvelables, ainsi que le liage durable du carbone.

H₂ vert

L'hydrogène vert est fabriqué par électrolyse de l'eau avec de l'électricité renouvelable. Indépendamment de la technologie d'électrolyse choisie, la production de l'hydrogène émet peu de CO₂ étant donné que l'électricité utilisée provient à 100 % d'énergies renouvelables. Le procédé est aussi appelé «power to gas» et est l'une des technologies P2X.

Pouvoir calorifique inférieur

Le pouvoir calorifique inférieur H_i (autrefois H₀) correspond à l'énergie thermique maximale utilisable lors d'une combustion sans générer de condensation de la vapeur d'eau contenue dans les gaz d'échappement, par rapport à la quantité de combustible utilisé. Le pouvoir calorifique inférieur de l'hydrogène est de l'ordre de 33,3 kWh/kg, soit 120 MJ/kg.

Pouvoir calorifique supérieur

Le pouvoir calorifique supérieur H_s désigne l'énergie thermique produite par la combustion et la condensation de la vapeur d'eau pour un kilogramme de combustible. Il s'agit de l'énergie contenue dans le combustible liquide, gazeux ou solide. Le pouvoir calorifique supérieur de l'hydrogène est de l'ordre de 39,4 kWh/kg, soit 142 MJ/kg.

Mentions légales

Polynomics AG
Baslerstrasse 44
CH-4600 Olten
www.polynomics.ch
Tél. +41 62 205 15 70



D^r Heike Worm
heike.worm@polynomics.ch



D^r Janick Mollet
janick.mollet@polynomics.ch



D^r Florian Kuhlmei
florian.kuhlmei@polynomics.ch

E-Bridge Consulting GmbH
Baumschulallee 15
D-53115 Bonn
www.e-bridge.de
Tél. +49 228 90 90 65 0



D^r Philipp Heuser
pheuser@e-bridge.com



Éditeur
Association Suisse de l'Industrie Gazière
Daniela Decurtins
Grütlistrasse 44
8002 Zurich
<https://gazenergie.ch/de/>
Tél. +41 44 288 31 31