

HYDROGÈNE ET TRAFIC ROUTIER EN SUISSE

La mobilité représente actuellement l'un des nouveaux secteurs d'application les plus prometteurs pour l'hydrogène en Suisse et en Europe. Où en est-on? L'avenir proche est-il toujours aussi prometteur que certains le laissent à croire? Le présent article tente de répondre à ces questions.

Boris Kunz, OST - Ostschweizer Fachhochschule, IET Institut für Energietechnik*

Markus Friedl, OST - Ostschweizer Fachhochschule, IET Institut für Energietechnik

ZUSAMMENFASSUNG

WASSERSTOFF UND STRASSENVERKEHR IN DER SCHWEIZ

Der Einsatz von Wasserstoff als Treibstoff wird als vielversprechende Möglichkeit angesehen, um die Dekarbonisierung des Mobilitätssektors, vor allem auch des Strassenverkehrs, in der Schweiz, in Europa und weltweit voranzutreiben. Während die Verwendung von Wasserstoff als Treibstoff im Bereich Personalfahrzeuge oft in Frage gestellt wird, wird sie für schwere Nutzfahrzeuge (LKW) als zukunftssträftig erachtet, da der Betrieb Flexibilität und hohe Leistung verlangt.

Die Anzahl der wasserstoffbetriebenen LKW steigt schnell an, ebenso wie die Zahl der von den verschiedenen Herstellern angebotenen Modelle. Auch die Produktion von grünem Wasserstoff in der Schweiz ist im Steigen begriffen: Viele Projekte werden derzeit geprüft, geplant oder gebaut; einige Produktionsanlagen sind schon in Betrieb. Auch bei der Infrastruktur ist ein Anstieg zu erkennen: Die Anzahl der Wasserstofftankstellen in der Schweiz nimmt stetig zu.

Insgesamt ist unser Land bei der Umsetzung der Wasserstoffanwendung im Verkehrssektor verhältnismässig weit. Geeignete politische Vorgaben könnten dazu beitragen, dass Wasserstoff im Bereich Strassenverkehr andere erneuerbare Energieträger wie Strom für batterie-elektrische Fahrzeuge und Methan (CNG, LNG) gut ergänzt.

GROUPES MOTOPROPULSEURS ALTERNATIFS REQUIS

Afin de concrétiser son engagement pour l'accord de Paris de 2015, l'Union européenne a décidé, en 2020, de ramener ses émissions nettes de gaz à effet de serre (GES) à zéro d'ici à 2050. Le green deal [4] ajoute à cet objectif une réduction de 55% de ceux-ci d'ici à 2030. La Suisse s'est fixée des objectifs similaires avec une réduction de 50% de ses émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2030 par rapport à 1990, et la neutralité carbone d'ici à 2050.

Mais contrairement à l'Union européenne, la Suisse n'a pas encore réussi à traduire ses ambitions en loi concrète et la proposition de loi sur le CO₂ a été rejetée par référendum en 2021 [5]. Il est tout de même supposé dans cet article que la situation en Suisse est similaire à l'UE et que les objectifs européens sont également valables pour celle-ci.

Il est important de garder à l'esprit que dans le domaine de la mobilité, les calculs et les objectifs sont exprimés en termes d'émissions *tank-to-wheel*, c'est-à-dire la quantité de gaz à effet de serre rejetés du pot d'échappement du véhicule. Ni les émissions provenant de la production du carburant (*well-to-tank*), ni une analyse du cycle de vie complète des matériaux et des processus ne sont généralement prises en compte. Cette méthode de mesure définit donc uniquement les véhicules à propulsion électrique comme neutres en CO₂.

* Contact: boris.kunz@ost.ch

(Photo: © Adobe Stock)

BASES DE L'ARTICLE ET REMERCIEMENTS

Le présent article et son analyse sont basés sur des projets et études réalisés par l'IET *Institut für Energietechnik* de la haute école spécialisée de la Suisse orientale (OST). L'IET a récemment mené et est en train de mener plusieurs projets dans le domaine des poids lourds durables, en Suisse et en Europe ([1–3]; voir aussi les articles p. 48 et p. 58 de ce numéro). Certains de ces projets portent sur une étude générale à grande échelle et d'autres se concentrent sur un cas particulier ou sur une technologie spécifique. Nous remercions Innosuisse et l'Office fédéral de l'énergie OFEN pour leur soutien.

VÉHICULES LÉGERS

Dans le domaine des véhicules légers, les véhicules électriques à batterie dominent largement ceux à pile à combustible à hydrogène qui ne représentent donc pas un marché très prometteur à court et moyen terme. Même dans les pays leaders du domaine tels que le Japon ou la Corée du Sud, les ventes de véhicules électriques à batterie dépassent celles des véhicules à pile à combustible et les investissements suivent la tendance [6, 7].

Les voitures particulières à hydrogène sont donc laissées de côté pour cet article et nous nous concentrerons principalement sur les poids lourds, pour lesquels le marché de l'hydrogène présente un potentiel bien plus grand.

VÉHICULES ROUTIERS LOURDS

Tout comme le trafic de voitures de tourisme, et même si ses émissions sont moitié moindres [8], le trafic de poids lourds représente une part non négligeable des émissions de GES dans le monde et doit donc être défossilisé. Mais contrairement aux voitures particulières, il n'y a pas (encore) d'attrait fort pour une technologie spécifique et le choix reste ouvert entre les camions électriques à batterie, les camions à pile à combustible ou à moteur à combustion interne fonctionnant avec des carburants biologique ou synthétiques. En effet, un camion, surtout s'il s'agit de transport longue distance, effectue des parcours plus longs et plus fréquemment qu'une voiture de tourisme moyenne, ce qui rend l'option de la propulsion électrique alimentée par batterie

plus difficile à mettre en œuvre que pour ces dernières. La charge utile joue également un rôle plus important.

Actuellement, la très large majorité des poids lourds européens sont propulsés au diesel fossile. Mais, comme pour les voitures particulières, les groupes motopropulseurs alternatifs progressent. Les camions fonctionnant au biodiesel, par exemple, existent depuis un certain temps déjà, mais leur potentiel est limité avant d'entrer en concurrence avec les produits alimentaires.

Les camions au gaz naturel (CNG ou LNG) sont souvent meilleurs que les camions au diesel du point de vue des GES, même avec du gaz naturel fossile car la combustion du méthane est plus propre que celle du diesel et émet moins de CO₂. Ceci est vrai aussi bien lors de la combustion du carburant (*tank-to-wheel*) que lors de sa production, de son transport, et de sa manipulation (*wheel-to-tank*). Ces véhicules peuvent également fonctionner au biogaz ou au méthane synthétique, qui, s'il est produit à partir d'électricité renouvelable, les rend comparables aux propulsions électriques en termes d'émissions nettes de GES.

Les camions électriques à batterie, eux, se développent rapidement malgré leur autonomie plus faible, leur infrastructure lacunaire et l'impact de la production de leurs batteries sur l'environnement. Du côté des propulsions à hydrogène, finalement, différentes stratégies sont observées de la part des constructeurs. Certains, comme *Hyundai* ou *Hyzon* misent

tout sur cette technologie, quand d'autres marques comme *Renault* ne veulent pas en entendre parler et misent uniquement sur les véhicules électriques à batterie. Les constructeurs traditionnels gardent, eux, leurs options ouvertes et explorent les deux voies. C'est le cas de *MAN*, *Volvo* ou *Daimler Trucks* par exemple.

En réalité, il est probable que l'on assiste à une combinaison de technologies. Celles-ci seront vraisemblablement réparties dans le temps avec le biométhane ou l'huile végétale hydrogénée déjà disponibles à court terme, puis les batteries électriques et l'hydrogène à plus long terme. Elles seront aussi réparties par type de transport avec la technologie des batteries électriques pour les plus faibles distances ou faibles charges utiles, et l'hydrogène ou les hydrocarbures synthétiques renouvelables pour les véhicules lourds à long rayon d'action.

La *figure 1* illustre l'évolution, sur les dernières années, du nombre de nouvelles immatriculations par technologie pour les camions de plus de 12 tonnes équipés de groupes motopropulseurs alternatifs en Suisse. Elle montre comment, pour le trafic lourd également, la propulsion électrique à batterie domine la technologie des piles à combustible, l'écart semblant tendre à se creuser dans les années à venir. Il est néanmoins important de noter que, la centaine de camions à propulsion alternative représente toujours moins de 5% de la totalité des camions immatriculés par année en Suisse. Les autres

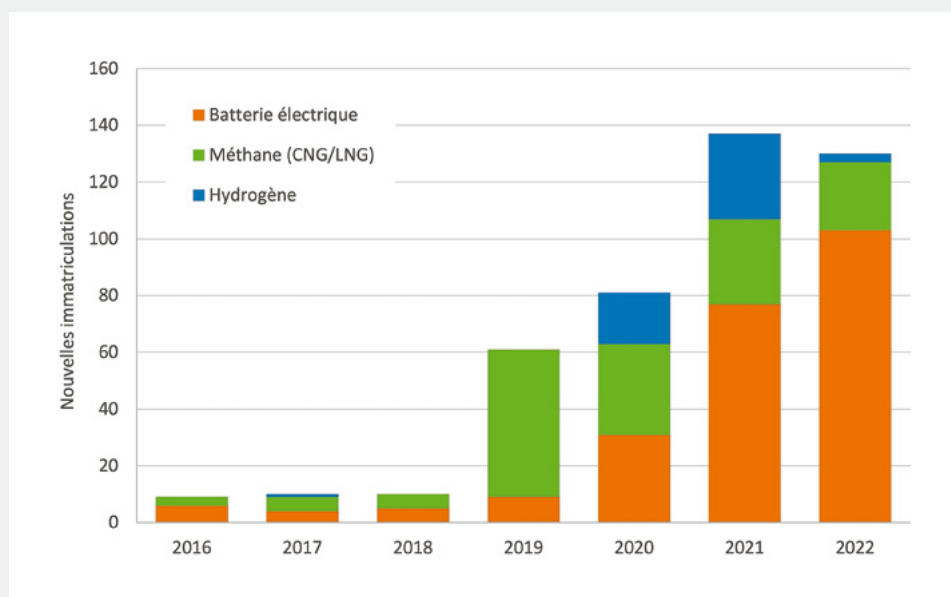


Fig. 1 Nouvelles immatriculations de véhicules de transport de marchandises à propulsion alternative et supérieurs à 12 t en Suisse [9].

ayant des propulsions classiques au diesel.

ÉTUDE DE MARCHÉ

Afin d'offrir un aperçu des modèles de poids lourds à hydrogène disponibles à la vente et à venir, une étude de marché a été réalisée. Le but est également de comprendre dans quelle direction se dirigent les constructeurs pour ce qui est du stockage de l'hydrogène à bord du véhicule: 350 bar comme c'est le cas actuellement, 700 bar comme pour les véhicules légers actuels, ou sous forme liquéfiée.

Les camions *Hyundai XCIENT Fuel Cell* (Fig. 2) roulent sur les routes suisses depuis octobre 2020. Il s'agit, en 2023, de la plus grande flotte de poids lourds à hydrogène en fonctionnement continu au monde, et sa taille devrait augmenter rapidement [10]. D'un point de vue technique, ces camions fonctionnent avec 32 kg d'hydrogène stockés à 350 bar.

Le constructeur *Daimler Trucks* étudie le stockage de l'hydrogène sous sa forme liquide, à 16 bar. Cela permettrait d'augmenter considérablement la densité énergétique volumétrique dans le réservoir du véhicule par rapport à l'hydrogène pressurisé à 350 bar ou même 700 bar, mais au prix d'un refroidissement du carburant plus complexe et plus coûteux. En outre, cette technologie n'est pas tout à fait au point et requiert encore du développement avant d'être amenée sur le

marché. Le constructeur teste actuellement un prototype et annonce une mise en service «dans la deuxième moitié de cette décennie» [11, 12].

MAN et *Scania*, qui font tous deux partie du consortium Volkswagen, envisagent d'utiliser de l'hydrogène pressurisé à 700 bar pour leurs camions. Certaines sources évoquent trois véhicules prototypes qui seront lancés sur les routes avant une commercialisation sur le marché suisse en 2024.

GreenGT, une entreprise franco-suisse spécialisée dans les systèmes de propulsions à hydrogène, a récemment présenté le premier camion à hydrogène de Suisse de 40 tonnes [13]. Il est équipé d'un réservoir de 350 bar de 46 kg. Chez *GreenGT*, on pense que le stockage à 700 bar pour les camions ne présente que peu d'intérêt pour le moment. D'abord parce que la complexité et le prix des installations de compression sont beaucoup plus élevés que ceux des installations de compression à 350 bar, et ensuite parce qu'il n'existe pas de norme internationale pour le remplissage des poids lourds à 700 bar. *Hyzon* est un fabricant américain de véhicules utilitaires lourds à hydrogène qui prévoit de s'étendre à l'Europe dans les prochaines années. Il propose des camions à 350 et 700 bar, mais le système de stockage de 700 bar semble réservé à la version de 70 tonnes [14]. Ce poids n'étant généralement pas autorisé en Europe, il

est peu probable que le niveau de pression correspondant y soit introduit. La version 350 bar du camion *Hyzon*, elle, contient entre 30 kg (modèle 26 t) et 70 kg d'hydrogène et est déjà disponible à la location en Allemagne auprès de la startup *Hylane*.

Nikola, un autre fabricant de camions électriques et à hydrogène américain, a récemment dévoilé plusieurs prototypes. Si une commercialisation courant 2023 aux États-Unis est évoquée, aucun plan d'expansion à l'Europe ne semble envisagé dans un avenir prévisible.

Plusieurs acteurs de l'industrie, notamment un distributeur d'hydrogène en Suisse et des entreprises de logistiques, ne croient pas au stockage à 700 bar pour les camions à hydrogène. Outre les coûts d'infrastructure plus élevés, ils estiment que les camions en Suisse n'ont pas besoin d'une autonomie de 800 km s'ils peuvent faire le plein rapidement et fréquemment à proximité des axes principaux. Certains estiment même que l'avenir du transport durable se fera avec des véhicules à batterie électriques uniquement, ceux-ci proposant déjà une autonomie quasiment suffisante et offrant une plus grande simplicité.

INFRASTRUCTURE

En Suisse, l'infrastructure pour l'hydrogène est en cours de développement et de consolidation. Si la production d'hydrogène vert gagne peu à peu en importance, plusieurs fournisseurs d'électricité étant disposés à construire et à exploiter des installations de production, il n'existe aucun plan réaliste pour développer l'infrastructure de transport. L'utilisation finale de l'hydrogène, à l'autre bout de la chaîne d'approvisionnement, est également en cours d'extension avec la planification et la construction de plusieurs nouvelles stations-service chaque année. La Suisse en compte actuellement (mars 2023) treize accessibles au public [15], un nombre relativement élevé par rapport aux pays voisins.

PRODUCTION

En ce qui concerne la production d'hydrogène, deux unités existent déjà et plusieurs sont en phase de planification ou de construction. La première installation de Suisse est en service depuis 2020 à Gösigen (AG). Elle appartient à *Alpiq* et puise son électricité directement de la centrale hydroélectrique voisine, dont 2 MW ont



Fig. 2 En 2020, Hyundai Motor a lancé sur le marché le camion à hydrogène XCIENT Fuel Cell. Entre-temps, une cinquantaine d'exemplaires sont déjà en service en Suisse. (© Hyundai Hydrogen Mobility AG)

été réservés à la production d'hydrogène. Deuxième installation en service en Suisse, celle de Kubel (SG) appartient à *Wasserstoffproduktion Ostschweiz AG* et dispose d'une puissance électrique de 2,5 MW. Elle est opérationnelle depuis mi-2022 et sa production est distribuée parmi plusieurs stations-service à hydrogène de la région.

À Schiffenen (FR), *GroupeE* construit actuellement une usine de production d'hydrogène de 2 MW électrique (voir aussi l'article p. 22 de ce numéro). La construction a débuté fin 2022, l'installation des électrolyseurs est prévue pour le printemps 2023 et la production devrait commencer avant fin 2023. L'objectif de cette usine est d'offrir de la flexibilité sur le réseau en s'adaptant à la production et à la demande d'électricité en temps réel [16, 17].

D'autres unités de production sont en cours de planification. C'est le cas à la centrale d'incinération *KVA Buchs* (AG) qui prévoit la construction d'une unité d'électrolyse afin de profiter des périodes où les prix de l'électricité sont bas. La mise en service de l'installation de 2,75 MW est prévue pour 2023, l'accent étant mis sur la flexibilité du réseau [18]. À Brugg (AG), *Axpo* planifie une unité de production de 15 MW, alimentée directement par la centrale au fil de l'eau de Wildegg-Brugg [19]. Dans le canton de Schwyz, *eba Wasserstoff AG* prévoit la construction d'un électrolyseur de 5 à 6 MW relié à la centrale hydroélectrique de Wernisberg (SZ). L'idée est de générer de l'hydrogène principalement en été, lorsque la centrale au fil de l'eau produit le plus, mais que les prix de l'électricité sont au plus bas. L'électrolyseur lui-même devrait être situé à Seewen (SZ), près de l'autoroute, et directement relié à une station-service [20]. À Bürglen (UR), *EWA energie URI* prévoit l'installation d'un électrolyseur de 2 MW directement connecté à la centrale hydroélectrique du même nom. Le début de la production est prévu pour 2024 et l'hydrogène pourrait être distribué dans des stations-service exploitées par *Schätzle AG* [21].

Enfin certains projets sont à l'arrêt. C'est le cas de celui de *EW Höfe* qui prévoit une installation de production d'hydrogène de 7 MW à Pfäffikon (SZ). Bien qu'un mode de fonctionnement flexible ne soit pas nécessairement prévu, *EW Höfe* promet d'alimenter son électrolyseur uniquement avec de l'électricité verte certifiée. Une



Fig. 3 Containers utilisés par *Hydrospider AG* pour transporter l'hydrogène de la production aux stations-service. (© *Hydrospider/Jean-Luc Grossmann*)

station-service directement connectée, à quelques 100 mètres de l'unité de production et à proximité de l'autoroute, est également prévue [22]. Au premier semestre 2022, il a été décidé de momentanément suspendre le projet pour cause de prix de l'électricité trop élevés, mais l'entreprise garde espoir de pouvoir bientôt reprendre la planification.

À Dietikon (ZH), *Limeco*, exploitant de la première installation Power-to-Methane industrielle de Suisse, pourrait en théorie augmenter sa production d'hydrogène. Celui-ci serait vendu directement, sans passer par le processus de méthanisation.

INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT

En Suisse, l'infrastructure dédiée au transport de l'hydrogène est quasi inexistante. En l'absence de pipeline, l'hydrogène est actuellement transporté de la production au site de distribution et de consommation par camion sous forme gazeuse. Pour ses stations-service, l'entreprise *Hydrospider AG* utilise ses propres remorques qui consistent en des réservoirs pressurisés à l'intérieur d'un conteneur de 20 pieds (fig. 3). Actuellement, l'hydrogène est transporté à 350 bar, mais des projets visant à augmenter cette valeur à 450 bar sont à l'étude.

À l'avenir, le pays devrait être intégré à l'initiative européenne «European Hydrogen Backbone» [23], mais même si le développement de ce réseau est avancé et sa construction sur le point de commen-

cer, la Suisse ne sera pas intégrée avant 2040, dans une deuxième phase. De plus, ce réseau de gazoducs est, comme son nom l'indique, une colonne vertébrale pour une infrastructure hydrogène. Pour les infrastructures de distribution régionales et locales, la Suisse doit agir seule et planifier son propre réseau. Ceci est nécessaire car la capacité de transport par camion est limitée, l'hydrogène ayant une densité volumétrique bien moindre que le pétrole liquide, l'essence ou même le méthane gazeux.

Le transport routier d'hydrogène liquéfié pourrait également être envisagé, mais comme pour tout transport d'hydrogène liquéfié, le coût d'investissement de l'installation de liquéfaction et sa consommation d'énergie rendent cette solution intéressante surtout pour le transport sur de longues distances. En Suisse, celles-ci sont probablement trop courtes pour que cette option vaille la peine d'être envisagée.

Etant donné qu'aucun projet de réseau de pipelines d'hydrogène n'est connu du grand public et que la capacité du transport routier est limitée, le transport ferroviaire pourrait s'avérer être une option intéressante. Mais à notre connaissance, aucune étude n'a été menée dans ce sens jusqu'à présent pour la Suisse. Ce mode de transport pourrait offrir plus de capacité que le transport routier tout en utilisant une infrastructure déjà existante. Enfin, afin d'éviter entièrement le trans-

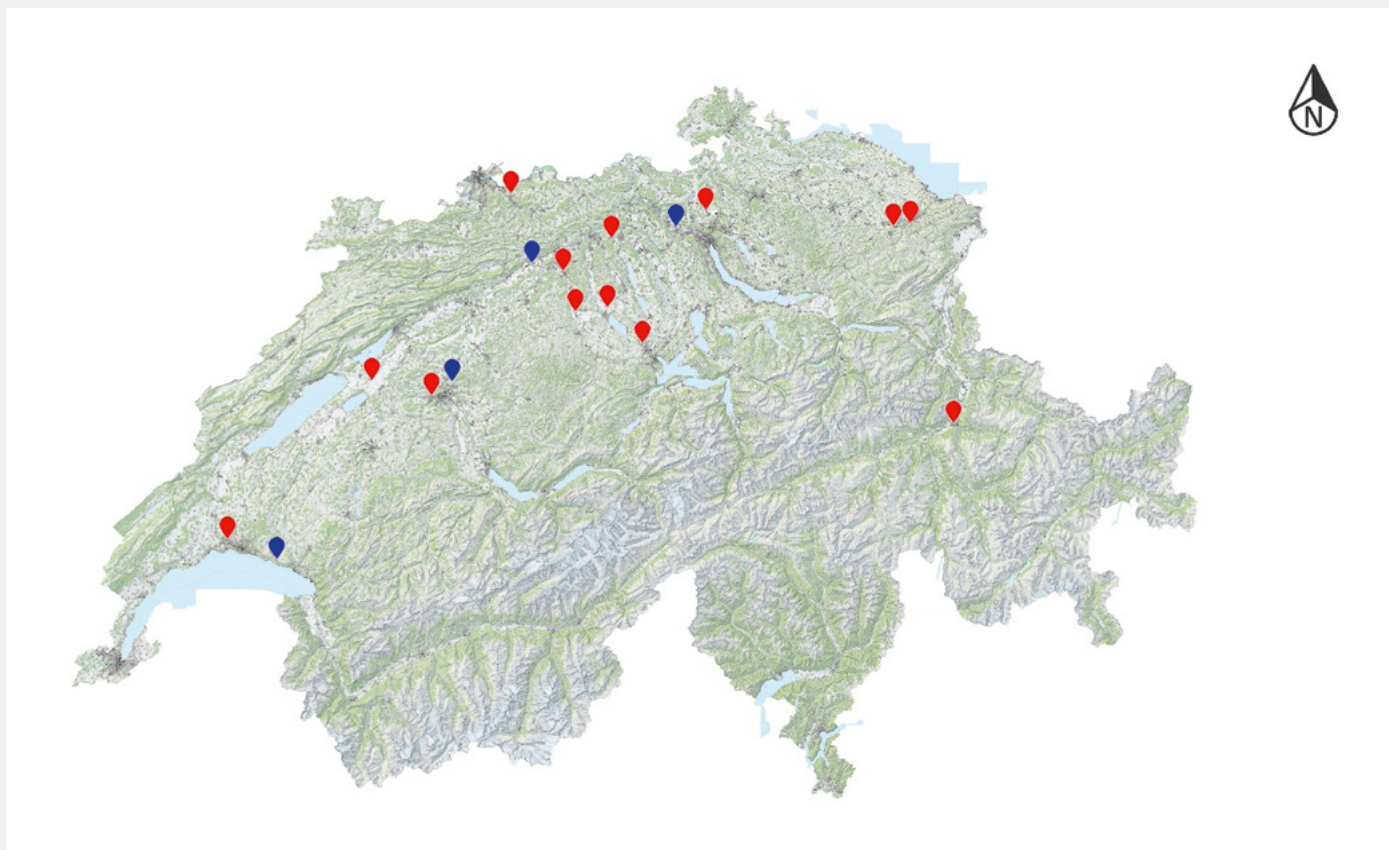


Fig. 4 Emplacements des stations-service à hydrogène en fonction (rouge) et en projet (bleu) accessibles au publique.

(Sources: Mobilité H2 Suisse, [15] et Swisstopo, <https://map.geo.admin.ch/>)

port d'hydrogène du site de production à la station-service, on pourrait imaginer fusionner les deux en produisant l'hydrogène directement sur place. Cette solution éviterait certes le transport de l'hydrogène, mais elle nécessiterait le transport de l'électricité qui est lui, soumis à des taxes. Ces charges sur l'utilisation du réseau électrique national sont non négligeables par rapport à la quantité d'électricité transportée et auraient raison de la rentabilité économique de la plupart des projets.

UTILISATION

L'hydrogène est utilisé depuis longtemps dans l'industrie, en particulier dans les industries pétrolière ou chimique, mais son utilisation dans le secteur de la mobilité est nouvelle. Cela requiert donc la construction d'une nouvelle infrastructure de distribution. Dans notre cas, des stations-service à hydrogène.

Il existe déjà treize de ces stations-service en Suisse (fig. 4) et leur nombre augmente rapidement, faisant de la Suisse le pays européen qui en compte le plus grand nombre par habitant. Si notre pays est en avance sur les autres, c'est principalement grâce à l'entreprise *H2 Energy*

AG qui promeut plus d'hydrogène dans la mobilité en proposant des solutions clés en main en partenariat avec *Hydrospider* AG et *Hyundai motors*, partenaires fournissant respectivement le transport de l'hydrogène par la route et les véhicules. Même si le nombre de stations-service est relativement élevé en Suisse, beaucoup d'acteurs souhaiteraient en voir encore plus pour favoriser et faciliter l'utilisation de véhicules à hydrogène dans le pays.

CONCLUSION

La production d'hydrogène vert en Suisse et son utilisation finale dans les transports routiers lourds se développent rapidement, de nouvelles unités de production et stations-service voyant le jour chaque année. Malheureusement, il est difficile de faire le lien entre la production et l'utilisation car le transport de l'hydrogène en grandes quantités reste un défi.

Dans l'ensemble, le potentiel de l'hydrogène pour le transport routier de marchandises est important puisqu'il représente un complément intéressant aux autres technologies de mobilité durable. Mais il reste encore du travail sur

le développement des électrolyseurs, compresseurs, piles à combustible et stations-service par exemple. De plus, la Suisse reste très dépendante de ses voisins européens et de leurs politiques en la matière. Elle ne peut donc pas agir complètement seule. Des politiques fortes en Suisse, telles que la réduction des redevances sur le réseau électrique ou la clarification des réglementations pour le transport de l'hydrogène pourraient néanmoins rapidement stimuler la production verte et l'utilisation de celui-ci, autant dans le transport routier que dans d'autres secteurs.

Il est finalement important de garder à l'esprit que la production d'hydrogène par électrolyse a un potentiel important de stabilisation du réseau électrique si le cadre juridique est adapté pour cela. Grâce aux initiatives de différents acteurs, la Suisse évolue dans la bonne direction pour pouvoir, en poursuivant ses efforts, exploiter les avantages de l'hydrogène dans le domaine du transport et de l'approvisionnement énergétique durable.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Friedl, M. et al. (2021): *Effects of European CO₂-Regulations for Vehicles on the European Energy*

- System. Brussels
- [2] Frank, E., et al. (2023): Nutzung von LBG (Liquefied Biogas) für den Schweizer Schwerlasttransport («HelloLBG»). Rapperswil, Bern
- [3] Biollaz, S. (2022): DeCIRRA: Dekarbonisierung der Städte & Regionen mit erneuerbarem Gas: Wissenschaftliche Perspektive. Rapperswil
- [4] European Commission (ed.) (2020): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future. Brussels
- [5] Le Conseil Fédéral (2021): Loi sur le CO₂. <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/votations/20210613/loi-sur-le-CO2.html>
- [6] FuelCellsWorks (2022): In Korea, The Country Of Hydrogen Mobility, Air Liquide Is Engaging In Major Projects. <https://fuelcellworks.com/news/in-korea-the-country-of-hydrogen-mobility-air-liquide-is-engaging-in-major-projects/>
- [7] Statista (2022): Number of hydrogen vehicles in use in Japan 2015-2022. <https://www.statista.com/statistics/1252727/japan-fuel-cell-electric-vehicles-in-use/>
- [8] European Environment Agency (2022): Decarbonising road transport: The role of vehicles, fuels and transport demand. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- [9] OFROU et OFS: Données relatives aux véhicules. <https://www.astra.admin.ch/astra/fr/home/documentation/donnees-et-produits-information/donnees-relatives-aux-vehicules.html> (consulté le 22 mars 2023)
- [10] Majer, I. (2022): Hyundai Motors liefert die ersten XCIENT Fuel Cell Trucks in der Schweiz aus und kündigt die Expansion auf die globalen Nutzfahrzeugmärkte an. <https://aktuell.hyundai.ch/hyundai-motors-liefert-die-ersten-xcient-fuel-cell-trucks-in-der-schweiz-aus-und-kuendet-die-expansion-auf-die-globalen-nutzfahrzeugmaerkte-an/>
- [11] Daimler Truck AG (2023): Facts instead of myths: Why the world needs hydrogen. <https://www.daimlertruck.com/en/newsroom/ceo-news/facts-instead-of-myths-why-the-world-needs-hydrogen#c11676>
- [12] Mandaiker, P. (2022): Development milestone: Daimler Truck tests fuel-cell truck with liquid hydrogen
- [13] Keystone-ATS (31 mai 2022): Premier camion suisse de 40 tonnes roulant à l'hydrogène. Disponible auprès de: <https://www.swissinfo.ch/fre/toute-l-actu-en-bref/premier-camion-suisse-de-40-tonnes-roulant-%C3%A0-l-hydrog%C3%A8ne/47637100>
- [14] Hyzon Motors: Hyzon HyMax Series - Zero Emission, Hydrogen-Powered Vehicle. <https://www.hyzonmotors.com/vehicles/hyzon-hymax-series> (consulté le 28 mars 2023)
- [15] Association Mobilité H2 Suisse: Station-service H2 en Suisse. <https://h2mobilitaet.ch/fr/tankstellen/> (consulté le 31 mars 2023)
- [16] Keystone-ATS (5 October 2022): Hydrogène: début des travaux au barrage de Schiffenen (FR). Disponible auprès de: <https://www.swissinfo.ch/fre/toute-l-actu-en-bref/hydrog%C3%A8ne-d%C3%A9but-des-travaux-au-barrage-de-schiffenen-fr-/47956408>
- [17] Kröpfli, U. et al. (2023): Groupe E produira ses premières molécules d'hydrogène vert cet été. Aqua & Gas 5/2023: 22-24
- [18] Wanger, H. (2022): KVA Buchs produziert neben immer mehr Fernwärme bald auch «grünen» Wasserstoff
- [19] Axpo Holding AG (2021): Aargauer Kooperation für klimafreundliches Wasserstoffprojekt
- [20] ebs Energie AG (2022): Klimafreundlicher Wasserstoff für Schwyz
- [21] Arnold, R. (2022): EWA-energieUri und AVIA Schätzle gründen «H2Uri AG».
- [22] Kähler, A. (2022): Wasserstoffproduktion Freienbach. OST, Rapperswil
- [23] European Hydrogen Backbone (2022): EHB European Hydrogen Backbone: A European Hydrogen Infrastructure Vision Covering 28 Countries - April 2022. <https://www.ehb.eu/files/downloads/ehb-report-220428-17h00-interactive-1.pdf>

