

Hydrogène H₂

Sources d'énergie

Images : Mercedes-Benz, Linde

L'hydrogène est l'élément le plus simple sur terre et possède le numéro atomique 1 dans le tableau périodique. Cela signifie que l'atome d'hydrogène est également le plus petit élément en termes de diamètre. S'il est transporté dans un véhicule, les réservoirs et les conduites de gaz doivent non seulement être aussi étanches que possible, mais également résister à la pression élevée d'environ 700 bars. Les véhicules FC actuels Honda Clarity FC (États-Unis uniquement), Hyundai Nexo et Toyota Mirai nécessitent cette pression élevée pour transporter le carburant pour avoir une autonomie suffisante. Les réservoirs de gaz composites contiennent environ 5 kg de H₂. Les véhicules consomment environ 1 kg de H₂ aux 100 km.

Fabrication/écologie

L'hydrogène peut être produit selon différents procédés : En tant que déchet de l'industrie chimique ou produit à partir de l'eau par électrolyse avec de l'énergie électrique. D'autres possibilités telles que des procédés de fabrication biologiques ou photochimiques sont envisageables, mais pas encore pleinement développés. Pour obtenir une mobilité à faibles émissions de CO₂, l'énergie électrique doit provenir de sources renouvelables. Les centrales éoliennes, hydrauliques et solaires sont les seuls fournisseurs d'énergie susceptibles faire de l'électrolyse respectueuse de l'environnement mais avec un rendement de 70 %. Afin d'amener ensuite le gaz à la pression de stockage requise, de l'énergie est également utilisée diminuant ainsi le rendement global.

Pouvoir énergétique/ravitaillement

1 kg H₂ contient une énergie chimique de 33 kWh. Comparé au pétrole brut avec 11,6 kWh, au diesel et à l'essence d'environ 12 kWh chacun et au méthane/CNG d'environ 11,7 kWh par kg, le H₂ est très énergétique. Pour amener 1 kg d'hydrogène de la pression ambiante à une pression de stockage de 900 bar, 2,5 à 4,4 kWh d'énergie sont nécessaires. Cela péjore l'avantage CO₂ (sauf si l'énergie provient de sources renouvelables).

En Suisse, le transport de la production à la station-service s'effectue également par camion, car il n'y a pas de réseau de canalisations (comme c'est le cas pour le gaz naturel). Le ravitaillement des trois voitures prénommées est facile et prend très peu de temps (environ 5 minutes). Une pression de 350 bar est utilisée pour les véhicules utilitaires, car ces véhicules ont plus d'espace pour l'installation des réservoirs d'hydrogène. Les camions à pile à combustible produits par Hyundai et entretenus par Auto AG sont actuellement utilisés avec succès pour les relations locales.

En plus de convertir l'énergie chimique en énergie électrique dans la pile à combustible, des tentatives ont été faites et continueront d'être faites pour injecter de l'hydrogène dans un moteur à combustion



Afin de transporter H₂ dans le véhicule, des réservoirs de gaz en composites doivent être installés.

interne de manière similaire au GNC sous forme de gaz, cela fonctionne très bien. Cependant, en raison du rendement inférieur du moteur à combustion par rapport au véhicule à pile à combustible, les véhicules consomment un peu plus d'hydrogène aux 100 km et doivent donc avoir un volume de stockage un peu plus important. Emporter avec soi le carburant sous forme liquide n'est pas simple : il y a une trentaine d'années, BMW utilisait un robot pour remplir d'hydrogène des réservoirs cryogéniques, qui devaient être refroidis à environ -250° C.

Caractéristiques/atelier

L'hydrogène est gazeux à température ambiante. Si le gaz s'échappe d'un véhicule à hydrogène, il s'évapore rapidement vers le haut, car il a une densité nettement inférieure à celle de l'air. H₂ n'est pas auto-inflammable, non toxique, incolore et inodore et ne nuit pas à l'environnement. Néanmoins, des capteurs d'hydrogène sont installés au plafond dans les ateliers et tous les équipements électriques sont garantis « sans étincelles » afin qu'aucune déflagration ne puisse se produire. Lors du travail sur des véhicules à hydrogène, des règles similaires à celles des véhicules au GNC ou au GNL s'appliquent. Les conduites ne peuvent être déconnec-



Mentions d'Avertissement: Danger

Déclaration(s) de risque: H220: Gaz extrêmement inflammable.
H280: Contient un gaz sous pression; peut exploser sous l'effet de la chaleur.

Conseils de Prudence

Prévention: P210: Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et de toute autre source d'inflammation. Ne pas fumer.

Intervention: P377: Fuite de gaz inflammable: Ne pas éteindre si la fuite ne peut pas être arrêtée sans danger.
P381: En cas de fuite, éliminer toutes les sources d'ignition.

Stockage: P403: Stocker dans un endroit bien ventilé.

Evacuation: Aucun(e).

A la station-service, l'hydrogène est introduit dans les bouteilles de gaz du véhicule sous forme gazeuse à une pression de plus de 700 bars (VP, VU 350 bars). H₂ est hautement inflammable et se dilate considérablement lorsqu'il est chauffé. La compression a lieu avant le ravitaillement dans les accumulateurs moyenne et haute pression (500 et 900 bar) de la station-service. Lors du ravitaillement, l'hydrogène est refoulé dans le véhicule (différence de pression) et doit être refroidi à -40°C avec le système VP à 700 bar.

tées ou les composants transportant du gaz remplacés que lorsque les réservoirs de gaz et le système de canalisations ont été vidés. De plus, les réservoirs de gaz doivent être vérifiés visuellement pour détecter des dommages lors de chaque entretien. Sur les réservoirs composites, un composite d'aluminium (type 3) ou de plastique (type 4) est utilisé en tant qu'Inliner étanche aux gaz. Des matériaux composites en fibre de carbone, permettent de résister à la pression du gaz, mais aussi d'absorber les forces extérieures en cas d'accident. Ce type de réservoir peut être vérifié visuellement pour détecter les dommages. Après un accident, cependant, les réservoirs doivent être radiographiés afin de détecter les ruptures de fibre dans le CFK.

Potentiel

Pour défossiliser et décarboner la mobilité à l'avenir, l'H₂ est idéal de par sa capacité de stockage. Cependant, il n'y a pas qu'en Europe qu'il y a un manque d'électricité excédentaire générée de manière renouvelable, qui pourra compenser les pertes de rendement de la production par électrolyse. Cependant, H₂ a beaucoup de potentiel pour l'avenir et, selon l'utilisation prévue, est l'un des moteurs alternatifs les plus intéressants avec le BEV.

Partenaires : © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / ase