



L’hydrogène comme vecteur d’énergie électrique

Sommaire:

- Editorial : Waterstof, energievecteur in 2050 ? Patrick Lafontaine, Engie
- The Hydrogen Society: More than just a vision ? Dr. Hugo Vandenborre
- Hydrogen-based energy conversion solutions, Filip Smeets, General Manager On-site Generation ; Guy Verkoeyen, Area Sales Manager ; Hydrogenics Europe N.V.
- Waterstof in Vlaanderen en Zuid-Nederland, Adwin Martens, directeur vzw WaterstofNet
- Zero-emissie stadsbussen met waterstof-brandstofcellen, P. Lafontaine, J. Vermeiren, Engie
- Het gebruik van waterstof in de staalindustrie als alternatief reductiemiddel voor koolstof, Eric De Coninck, ArcelorMittal Group
- The Fuel Cells and Hydrogen Joint Technology Initiative in the European Union, Bert De Colvenaer, Executive Director
- An overview on R&D projects on Power to Gas in ENGIE, Sandra Capela; Frederique Lebovits ; Isabelle Alliat ; Helene Pierre, DRT-CRIGEN – Centre de Recherche et Innovation pour le Gaz et Energies Nouvelles d’Engie. Jean-Paul Reich, DRT – Direction de la Recherche et Technologie d’Engie

Nouvelles

- La Revue E deviant numérique !

Editorial:

Waterstof, energievectoren in 2050?

Patrick Lafontaine, Engie

De Koninklijke Belgische Vereniging der Elektrotechnici dankt haar bestaan aan de invoering van een nieuwe energievectoren in de laatste decennia van de 19e eeuw: elektriciteit. Aanvankelijk werd elektriciteit op kleine schaal opgewekt langs elektrochemische weg in batterijen. Later, dankzij de ontwikkeling van de gelijkstroomdynamo door onze landgenoot Zenobe Gramme en de wisselstroomalternator door Nikola Tesla kon de grootschalige productie van elektriciteit een aanvang nemen in grote thermische of waterkrachtcentrales. Het succes van elektriciteit als energievectoren was in grote mate te danken aan het gemak waarmee de elektrische energie centraal in grote hoeveelheden kon geproduceerd worden, om dan zowel over grote afstanden, via hoogspanningsnetten, als lokaal, via laagspanningsnetten getransporteerd en verdeeld te worden. Daarnaast bleek het mogelijk elektrische energie in een onnoemelijk aantal toepassingen om te zetten in andere energievormen: mechanische en chemische energie, warmte, licht, ...

Elektriciteit is een universele energievorm, die opgewekt kan worden met tal van primaire energiebronnen – fossiele, nucleaire, hydraulische, hernieuwbare – en gebruikt voor een oneindig aantal toepassingen. Elektriciteit heeft meer dan welke energievorm ook, de geïndustrialiseerde wereld in de 20e eeuw aangedreven. Zonder elektriciteit hadden de steden zich niet kunnen ontwikkelen: elektrische trams en metro's zorgden voor snel transport tussen de stadsrand en het centrum. Zonder elektriciteit was bijvoorbeeld geen industriële productie van aluminium mogelijk geweest, en had de moderne luchtvaart zich niet kunnen ontwikkelen.

Naast een groot aantal voordelen biedt elektriciteit echter ook een belangrijk nadeel: ze kan niet rechtstreeks in grote hoeveelheden worden opgeslagen. De "Revue E Tijdschrift" heeft in 2011 twee nummers (3 en 4/2011) gewijd aan de mogelijkheden voor de indirecte opslag van elektriciteit. Grootschalige opslag is momenteel enkel doenbaar in hydraulische pomp-accumulatiecentrales, zoals deze van Coe in ons land, maar de veralgemening van dit principe is quasi onmogelijk door de ecologische en geografische beperkingen bij de keuze van geschikte sites. In de komende decennia biedt energieopslag in de vorm van ondergrondse samengeperste lucht mogelijk een gedeeltelijke oplossing, maar hier stelt zich ook het probleem van het vinden van geologisch geschikte ondergrondse stockageruimte. De gedecentraliseerde indirecte opslag gebeurt vandaag hoofdzakelijk in oplaadbare batterijen of (voor kortstondige opslag) in supercaps. De mogelijke doorbraak van elektrische auto's zou er voor kunnen zorgen dat de schaal waarop dit gebeurt, toeneemt.

De vraag naar indirecte opslag van elektrische energie is de laatste jaren gegroeid door het toenemend aandeel van intermitterende hernieuwbare energiebronnen in de elektriciteitsproductie: wind-, zonne-, en in de toekomst eventueel golvenenergie. Gedurende meer dan een eeuw hebben we quasi op elk moment de productie van elektriciteit heel precies afgestemd op de vraag, in een permanente, delicate evenwichtsoefening die helaas af en toe resulteerde in een gehele of gedeeltelijke "black-out". De groei van het aandeel van intermitterende hernieuwbare energiebronnen zoals windturbines en zonnepanelen zal nog toenemen waardoor de gekende opslagsystemen zoals pomp-turbinecentrales niet meer zullen volstaan om de tijdelijke over- of onderproductie van elektriciteit door op te vangen.

De Europese Unie heeft er zich toe verbonden om tegen 2050 het de emissie van CO₂ van onze transport- en energiesystemen drastisch te verlagen, en onze economische groei minder afhankelijk te maken van ingevoerde energie- en andere grondstoffen. Als onderdeel van deze politiek stimuleert de Europese Commissie het onderzoek en de ontwikkeling van een innovatieve energievectoren: waterstof. Net zoals elektriciteit komt waterstof in de natuur niet in bruikbare vorm voor. Momenteel wordt waterstof vooral gebruikt als hoofd- of bijproduct in chemische

processen, en wordt ze hoofdzakelijk geproduceerd vertrekkend van fossiele brandstoffen, voornamelijk aardgas, wat gepaard gaat met de emissie van CO₂. Dit past uiteraard niet in het kader van het mogelijk gebruik van waterstof als energievectoren en indirect opslagmiddel voor intermitterende hernieuwbare energiebronnen. Anderzijds gaat de chemische industrie al meer dan een eeuw om met waterstof, waardoor de technologie voor opslag en transport, en de veiligheidsaspecten grondig gekend zijn.

Indien we in de nabije toekomst waterstof willen produceren op basis van hernieuwbare energiebronnen, dan is elektrolyse van water momenteel de meest geschikte technologie. In dit proces wordt water onder invloed van elektrische stroom ontleed in zijn twee elementen, waterstof en zuurstof. In sommige gevallen kan de vrijkomende zuurstof nuttig gebruikt worden, bijvoorbeeld in de staalindustrie. Waterelektrolyse is een aloude technologie, die zowel op kleine als op grote schaal wordt gebruikt. In Egypte staat bijvoorbeeld een grote (160 MWe) productie-eenheid voor ammoniak en meststoffen. De waterstof die nodig is voor de ammoniakproductie komt uit een elektrolyse-eenheid, die haar elektrische energie betreft uit de waterkrachtcentrale nabij de Aswan-dam.

Indien we waterstof als energievorm willen gebruiken, dan moeten we een hoog energie-omzettingsrendement nastreven. Zoals dat in het verleden bij de ontwikkeling van elektriciteit het geval was, heeft ons land een belangrijke bijdrage geleverd tot het verbeteren van het waterelektrolyse-proces. Dr. Hugo Vandenborre, van wie u in dit nummer een bijdrage vindt, slaagde er in de resultaten van zijn researchwerk op industriële schaal uit te werken en te commercialiseren via het door hem opgericht bedrijf Hydrogen Systems. De Canadese Hydrogenics-groep heeft deze activiteit succesvol verder uitgebouwd in België en exporteert hoogwaardige elektrolyse-systemen wereldwijd.

Grootschalige opslag van waterstof is mogelijk in vloeibare vorm. Vloeibare waterstof heeft een grote energiedichtheid per eenheid volume en massa, waardoor ze vaak in de ruimtevaart als brandstof wordt gebruikt. Zonder vloeibare waterstof had de mens geen voet gezet op de Maan. In gasvorm transporteert men waterstof zoals aardgas, op een druk tot 100 bar. Men kan waterstof ondergronds opslaan in zoutcavernes, zoals dat gebeurt met aardgas. Het is ook mogelijk waterstof in beperkte concentraties te injecteren in het bestaande aardgasnet. Voor mobiele toepassingen, in auto's en autobussen, gebruikt men in de regel druktanks uit koolstofvezel. Recent werden tanks en vulsystemen ontwikkeld die waterstof kunnen opslaan op een druk van 700 bar. Een auto die met dergelijke tanks is uitgerust, kan zonder bijvullen een afstand van 600 km afleggen. Dit is aanzienlijk meer dan elektrische auto's met batterijen, die doorgaans een autonomie van maximaal 200 km hebben. Bovendien verloopt het tanken van waterstof veel sneller dan het opladen van batterijen. Vandaar dat verschillende autoconstructeurs overwegen om hun toekomstige elektrische auto's te voorzien van brandstofcellen die waterstof als brandstof gebruiken.

Brandstofcellen zetten waterstof rechtstreeks om in elektrische stroom, volgens een elektrochemische reactie die verwant is aan elektrolyse van water, maar dan in de omgekeerde zin: waterstof en zuurstof uit de lucht verbinden zich tot water, waarbij stroom wordt geproduceerd; het enige bijproduct is waterdamp.

In het begin van de 21e eeuw kwam de PEM (Proton Exchange Membrane of Polymer Electrolyte Membrane) technologie tot rijpheid, die zowel in waterelektrolyse- als in brandstofcellen kan toegepast worden. PEM vervangt gaandeweg de klassieke alkali-technologie die met vloeibare elektrolyten werkt. De PEM-technologie laat toe de energiedichtheid van elektrolyse- en brandstofcellen gevoelig te verhogen waardoor deze compacter en lichter worden. Tevens zijn het dynamisch gedrag en de koudstartcapaciteit aanzienlijk beter, wat van groot

belang is wanneer men de waterelektrolyse laat werken met elektriciteit die afkomstig is van intermitterende hernieuwbare energiebronnen; en voor mobiele toepassingen waarin de vraag naar vermogen uit de brandstofcellen sterk en snel fluctueert.

Vooraleer waterstof op grote schaal als energievektor kan gebruikt worden, zal men nog heel wat technische en economische problemen moeten oplossen. De Europese Commissie heeft met dit doel belangrijke financiële steunmaatregelen uitgewerkt, in de vorm van privaat-publieke samenwerking met bedrijven, industrieën en onderzoeksgroepen.

Of waterstof tegen 2050 een even belangrijke energievektor zal zijn als elektriciteit, valt nu niet te zeggen. Misschien leest u daarover meer in het eerste nummer van de “Revue H Tijdschrift”.

Patrick Lafontaine

° Gent (1953)

Burgerlijk Elektrotechnisch Ingenieur (1975)

Executive Master of Business Administration (1989)

Werkt sinds 1987 in diverse bedrijven van de ENGIE groep, in de domeinen van elektrische energie en transportsystemen.

The Hydrogen Society: More than just a vision ?

Dr. Hugo Vandenborre

Résumé:

We cannot change our transportation and energy system in one stroke, but with the right strategy we can gradually bring about an evolution in the way we use our transportation system, store our energy and heat our homes and buildings. Many of the technological breakthroughs to enable this future have already been accomplished and a gradual transition to hydrogen as a fuel can begin today. Of course additional improvements to current technology and new technological breakthrough will continue, but a political will is needed to begin the transition today. By making the right decisions now, hydrogen can cause our economy to grow and make our whole world cleaner, more livable and sustainable.

Hydrogen-based energy conversion solutions

Filip Smeets, General Manager On-site Generation; Guy Verkoeyen, Area Sales Manager, Hydrogenics Europe N.V.

Résumé:

Les solutions énergétiques basées sur l'hydrogène pourraient répondre aux besoins grandissants d'intégrer les sources intermittentes d'énergie renouvelable. La croissance de l'énergie solaire et éolienne et le manque de simultanéité entre l'offre et la demande créeront des opportunités pour promouvoir cette énergie vers d'autres secteurs, tel que les produits chimiques « verts ». La reconversion de l'hydrogène en électricité, injectée dans les réseaux quand il n'y a pas suffisamment d'énergie éolienne ou solaire à disposition présente une solution « système » qui permet de garantir la fourniture d'électricité en permanence. L'injection d'hydrogène dans le réseau de gaz naturel est une solution élégante, or la quantité relative d'hydrogène restera limitée

pour des raisons de sécurité des conduites, la capacité du réseau et principalement l'aptitude des applications finales. Le défi majeur pour la conversion d'hydrogène est d'ordre économique plutôt que technique. La réduction des coûts est essentielle, or les applications de l'hydrogène doivent également apporter de la valeur. Les autorités doivent adopter une politique à long terme robuste et soutenue capable de répondre aux conséquences fatales du changement climatique.

Waterstof in Vlaanderen en Zuid-Nederland

Adwin Martens, directeur vzw WaterstofNet

Résumé:

Dans le cadre d'une collaboration transfrontalière dans la région Flandre-Pays Bas du Sud, l'asbl WaterstofNet réalise des projets concrets pour la production d'hydrogène à partir d'électricité verte par l'électrolyse d'eau; pour la valorisation d'hydrogène provenant de l'industrie chimique comme produit secondaire, dans des piles à combustible qui transforment l'hydrogène directement en électricité ; pour l'utilisation de l'hydrogène comme carburant dans des véhicules à émissions zéro. La collaboration étroite avec la Commission Européenne, qui inscrit des budgets importants pour le développement de nouvelles applications de l'hydrogène et les piles à combustibles dans la période 2014-2020, permettra de lancer de nouveaux projets à une échelle plus grande.

Zero-emissie stadsbussen met waterstof-brandstofcellen

P. Lafontaine, J. Vermeiren, Engie

Résumé:

L'état actuel de la technologie «hydrogène» permet de produire des autobus urbains «émissions zéro» avec des piles à combustibles qui transforment l'hydrogène directement en électricité. On obtient le meilleur rendement énergétique dans une configuration électro-hybride. Les performances (accélération, vitesse, autonomie) de roulement sont équivalentes à celles des bus diesel conventionnels. Un arrangement judicieux de tous les composants dans le bus permet de maintenir la conception «plancher bas» et de réserver l'espace nécessaire pour les voyageurs.

Het gebruik van waterstof in de staalindustrie als alternatief reductiemiddel voor koolstof

Eric De Coninck, ArcelorMittal Group

Résumé:

La sidérurgie a fait d'énormes efforts dans le passé pour réduire sa consommation de charbon. En Europe, elle est arrivée à la limite technique de ses outils classiques. D'autres voies doivent maintenant être explorées pour respecter les nouvelles impositions environnementales de l'Union Européenne. La consommation de gaz naturel serait une piste qui permet de réduire les gaz de serres de 30 %, mais ce gaz est trop cher dans une Europe sans gaz de schiste. L'injection d'hydrogène pur dans le haut-fourneau est une alternative qui est en cours d'étude, principalement par les Japonais. En même temps les constructeurs développent des

électrolyseurs de plus en plus efficaces. Le jour où les deux études aboutiront, l'hydrogène à bas coût, provenant d'électricité renouvelable, permettra à la sidérurgie de réduire davantage son empreinte carbone.

The Fuel Cells and Hydrogen Joint Technology Initiative in the European Union

Bert De Colvenaer, Executive Director

Résumé:

L'Union Européenne s'est engagée à transformer ses systèmes de transport et énergétiques en systèmes à faible taux de carbone vers 2050, et de découpler la croissance économique des besoins en énergie et en matières premières. Suite à une Régulation adoptée en 2008 par le Conseil Européen, un partenariat public-privé dénommé «Initiative Technologique Conjointe Piles à Combustible et Hydrogène (FCH JU)» a été créée. Celui-ci fournit de l'aide financière à des projets de recherche et de démonstration dans les différents secteurs d'application des piles à combustible et de l'hydrogène, pour une gamme d'entreprises, d'industries et de communautés de recherche. Dans le cadre financier pluriannuel de la Commission Européenne (2014-2020), la deuxième phase du FCH JU a récemment été approuvée.

An overview on R&D projects on Power to Gas in ENGIE

Sandra Capela; Frederique Lebovits ; Isabelle Alliat ; Helene Pierre, DRT-CRIGEN – Centre de Recherche et Innovation pour le Gaz et Energies Nouvelles d'Engie. Jean-Paul Reich, DRT – Direction de la Recherche et Technologie d'Engie

Résumé:

Au travers de sa Direction Recherche et Technologies et du CRIGEN, ENGIE s'est engagé activement ces dernières années sur la filière Power to Gas, au travers de différentes actions et projets de R&D. Le Power to Gas devrait arriver sur les marchés dans les 5 à 10 ans, mais devra auparavant résoudre différents défis techniques et économiques. Le principal objectif de projets tels que GRHYD et MINERVE est de contribuer au développement et à la viabilité technique et économique de cette filière.