SEII Newsletter



Editorial du président

Par Pr. Dr. Ir. Samuel Furfari, SEII President

Nous sommes heureux de vous envoyer notre deuxième lettre d'information de 2021. Elle aborde un sujet en pleine actualité : le rôle de l'hydrogène dans la transition énergétique. Elle comprend les trois articles suivants :

Notre vice-président, Albert Strub, qui a terminé sa longue carrière à la Commission européenne au poste de Directeur général honoraire, fut en 1974 à la base du premier programme de recherche contractuel de la recherche sur l'énergie non-nucléaire, qui contenait un sous-programme sur l'hydrogène. Dans son article, il nous retrace les débuts de cette recherche, qui était aussi captivante que celle d'aujourd'hui. En effet, comme je le montre dans mon livre « L'utopie hydrogène », cette molécule de base de l'industrie chimique mondiale (on en produit 115 millions de tonnes par an) nous fascine depuis qu'Henry Cavendish l'a découverte en 1766 et qu'Antoine Lavoisier lui a donné son nom en 1773.

Elle captive au point que, bien avant que l'on ne se préoccupe du changement climatique, son rôle comme carburant automobile a été promu en vue de remplacer les produits pétroliers. En 1979, Guido Beghi, un fonctionnaire du centre de recherche de la Commission européenne à Ispra publiait dans le « Journal des ingénieurs » (de Belgique) un article de 11 pages sur la mobilité à l'hydrogène, rempli de photos de bus et de voitures automobiles fonctionnant avec cette molécule[1].

IN THIS EDDITION

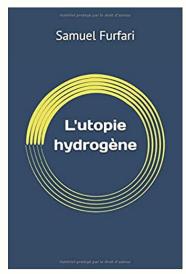
EDITORIAL DU PRESIDENT

VICE-PRESIDENT SEII HYDROGÈNE?

L'HYDROGÈNE POUR LE TRANSPORT AUTOMOBILE : UN RÊVE DANGEREUX

UNE SOURCE 'VERTE' DE CHALEUR HT : LE NUCLÉAIRE DE FISSION

AGENDA OF NEXT EVENT DON'T MISS OUR WEBINAR!



Notre collègue Yves Ronsse fait le point, dans son article, sur cet autre aspect intéressant, mais dangereux de son utilisation.

Enfin, notre collègue Ernest Mund, Professeur émérite de l'UCL, nous montre dans son article que la solution proposée dès 1969 par les chercheurs du Centre de Recherche de la Commission européenne situé à Ispra est plus près de devenir une réalité qu'elle ne l'a jamais été. Grâce à l'industrie privée hors Union européenne, il semble que les réacteurs nucléaires à haute température pourraient, dans un avenir peut-être pas trop éloigné, permettred'enfin produire massivement de l'hydrogène, car ils pourront dissocier facilement la molécule d'eau. Il faudra encore voir si le coût de production de cet hydrogène décarboné pourra concurrencer le prix de celui produit à partir du gaz naturel (avec ou sans pénalisation pour le CO2 émis) et ainsi d'inverser le marché mondial.

Samuel Furfari Président

[1] Je me suis procuré une copie et je peux vous en fournir une copie sur demande.



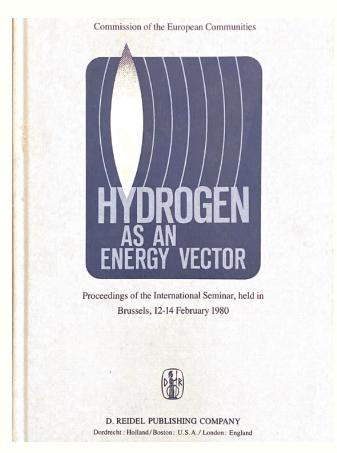
Hydrogène?

De Dr.-Ing. Albert S. Strub – Vice-Président de la SEII Directeur général honoraire de la Commission européenne

Notre "Newsletter" de février est consacrée à l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur d'énergie. Il semble — pour certains — que l'hydrogène pourrait être un moyen (vecteur) intéressant pour transporter de l'énergie et éventuellement l'utiliser directement à cette fin, et ceci avec un minimum de conséquences négatives en matière d'environnement et de réchauffement climatique.

Le problème est cependant que la production d'hydrogène, et surtout d'hydrogène 'vert' produit par électrolyse de l'eau à partir d'électricité d'origine renouvelable, est très chère.





Des initiatives pour étudier (et surmonter) cet obstacle sont actuellement en cours, en particulier au niveau de la l'Union européenne, mais aussi en France, Allemagne, Japon, etc.

Ceci m'incite à rappeler que la Commission européenne avait déjà conçu et exécuté d'importantes recherches sur la production et l'utilisation de l'hydrogène, de 1975 à 1983, dans le cadre de son 'Programme de R&D énergie non nucléaire'. Ce programme était lancé comme réaction à la première crise du pétrole de 1973.

Ce programme, que j'ai eu l'opportunité de mettre en œuvre et de conduire jusqu'en 1986, comportait cinq sous-rogrammes, à savoir:

- 1. Energy Conservation
- 2. Production and Utilization of Hydrogen
- 3. Solar Energy
- 4. Geothermal Energy
- 5. Energy Systems Analysis: Development of Models

Le programme avait mené à la conclusion de plus de 900 contrats de R&D 'à frais partagés '(à l'époque c'était une nouvelle formule pour la Commission européenne!). Il faut souligner ici qu'il avait aussi pour but de créer la collaboration entre partenaires de différents États membres.

Le sous-programme 'hydrogène '(environ 90 contrats) portait sur la production thermochimique, la production électrolytique et l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur d'énergie. Un de ses résultats marquants était celui portant sur la production thermochimique : celle-ci ne peut pas être réalisée avec les sources actuellement disponibles, leur température étant insuffisante. Quant à l'électrolyse, des progrès appréciables en efficacité avaient été réalisés. Et pour ce qui concerne l'utilisation de l'hydrogène (stockage, sécurité, matériaux, etc.), de nombreux essais et expériences ont permis d'acquérir les connaissances et données nécessaires pour optimiser la fabrication et l'utilisation d'appareillages et d'installations. Les contrats et leurs résultats ont été publiés à travers de nombreuses réunions entre contractants et des conférences (D.Reidel Publishing Company, Dordrecht, Boston, London).

Photo: notre vice-président est la seconde personne à partir de la droite



Pendant 30 ans, l'hydrogène comme vecteur d'énergie n'a plus été une option, et les autres besoins en hydrogène pour l'industrie (surtout la chimie, le raffinage et la sidérurgie) pouvaient être satisfaits à partir du gaz 'naturel ' à un prix imbattable par rapport à l'électrolyse. A la suite des changements de priorités que nous connaissons, la politique a tendance à ignorer même les fondations de la physique et de la chimie.

Je viens de lire dans un journal, qu'un grand fabriquant Allemand d'électrolyseurs, en collaboration avec une entreprise espagnole de production d'éolienne, est en train d'étudier un pilote de 15 MW qui incorpore un électrolyseur, au pied de la tour de l'éolienne, ainsi qu'une installation in situ de dessalement de l'eau de mer, le tout à placer 'offshore dans la Mer du Nord.

Le même jour, j'apprends que le Parlement européen est en train de demander à la Commission d'admettre dans ses budgets le financement de projets basés sur l'utilisation d'hydrogène 'gris '(donc fabriqué à partir du gaz naturel!) – durant une période transitoire jusqu'à la disponibilité d'hydrogène 'vert '. Je m'abstiens de commentaires!

Albert Strub



L'hydrogène pour le transport automobile : un rêve dangereux

De Ir. Yves Ronsse - Membre du Bureau de la SEII

des énergies finales est consommée pour le transport. Or ce dernier usage est le royaume des carburants fossiles, dont les avantages sont difficiles à surpasser (densité d'énergie, compacité, autonomie, facilité d'alimentation et de distribution, sécurité d'usage, manipulation aisée grâce à sa nature liquide ...), d'autant plus que les progrès technologiques ont rendu les moteurs à combustion interne extrêmement performants en matière de réduction de la consommation et de la pollution (NOx, SOx, particules fines (au point que cette dernière devient inférieure à celle engendrée par le roulement des pneus sur les routes). Mais aux yeux de l'écologisme, ils ont un vice majeur : ils émettent du CO2, qui n'est pas un polluant, mais un gaz à effet de serre (GES). Il faut donc absolument « décarboner » le transport, même au prix du gaspillage de l'énergie et des inconvénients pratiques qui en résulteraient.

L'écologisme a fini par se rendre compte qu'un bon quart

Dans les médias, on a assisté à la promotion massive et sans nuances de deux « rêves » successifs, qui ont fini par se faire concurrence, tout d'abord le rêve de la voiture électrique, et plus récemment, le rêve de la voiture à hydrogène. Passons sur le premier rêve, ce n'est pas le sujet ici. Mais nous allons montrer que le second, non content d'être encore plus inefficace, est aussi plus dangereux.

Rappelons simplement quelques caractéristiques de l'hydrogène. L'hydrogène « libre » n'existe pas sous forme de gisements, comme le pétrole ou le gaz naturel. Il faut donc produire la molécule d'hydrogène, la fabriquer par la chimie. Ce n'est donc pas une énergie primaire : il doit être produit à partir d'une autre énergie.

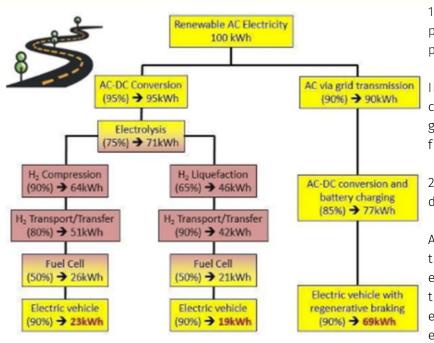


Aux yeux de l'écologisme, la seule technique acceptable pour produire de l'hydrogène « vert », c'est-à-dire sans émission de CO2, c'est l'électrolyse de l'eau à partir d'électricité elle-même « verte », c'est-à-dire produite par des énergies renouvelables intermittentes (éoliennes et panneaux solaires). L'écologisme veut volontairement « oublier » qu'il existe une autre voie toute aussi « verte » et beaucoup plus efficace via le nucléaire à haute température : voir l'article du Professeur Mund dans cette newsletter.

Pour pouvoir utiliser l'hydrogène produit, on doit pouvoir le transporter et le stocker :

- Soit sous forme liquide : la liquéfaction à pression atmosphérique exige de descendre la température sous -252,7°C ;
- Soit sous forme comprimée sous haute pression de 200 à 700 bar dans des bonbonnes spéciales, ce qui exige de l'énergie et des réservoirs lourds et chers aux parois épaisses, ou des pipe-lines adaptés.

Il est exclu d'embarquer dans une voiture de l'hydrogène non comprimé ou non liquéfié, le réservoir devrait être plus de 6 fois plus volumineux que celui d'un véhicule à essence pour une autonomie équivalente. Examinons trois écueils que doit affronter la « civilisation hydrogène » dans le transport.



1. L'inefficience énergétique, illustrée par le schéma du processus « from production to wheels ».

Il n'est pas besoin de faire de longs commentaires pour constater le gaspillage d'énergie représenté par les filières hydrogène.

2. L'infrastructure, au coût de déploiement rédhibitoire.

Alors que la capacité de générer et de transmettre l'électricité à grande échelle existe déjà, déployer massivement une telle capacité pour l'hydrogène « vert » exigerait d'ici 2050 selon la Commission européenne (COM(2000)301) 180 à 470

milliards d'investissement en électrolyseurs, piles à combustibles et réseaux de pipelines repensés, tout en gaspillant une énorme proportion de l'électricité produite à l'électrolyseur vu l'inefficience identifiée ci-avant.

3. La **sécurité**: l'hydrogène est une molécule extrêmement réactive et volatile, dont la flamme est invisible à l'œil nu et qui se diffuse très rapidement (avec une vélocité 8 fois supérieure à celle du méthane). Les risques sont bien maîtrisés en milieu industriel, mais croire qu'il en serait de même dans la société civile est non seulement irréaliste mais irresponsable.



Les thuriféraires de la « civilisation hydrogène » peuvent-ils s'imaginer qu'on pourra mettre à tous les carrefours une station-service à hydrogène pour alimenter les véhicules individuels ? Ont-ils pensé au danger représenté par ce gaz qu'une étincelle suffit à faire exploser ? Sont-ils prêts à ce que chaque station-service se transforme en accident de « Zeppelin Hindenburg» à la moindre négligence ? Sont-ils prêts à voir se transformer une simple collision un peu violente entre deux véhicules en une explosion comparable à un attentat à la bombe ?

Je reprends la conclusion d'un livre très documenté sur le sujet (« L'utopie hydrogène »,S.Furfari) : « Cette solution du passage par l'hydrogène est un délire politiquement correct qui n'aura pas lieu ni en 2050 ni plus tard. ... c'est simplement le résultat des lois de la physique et de la chimie ».

Yves Ronsse

Une source 'verte' de chaleur HT : le nucléaire de fission

Par Ir. Ernest MUND, FNRS, Université catholique de Louvain Membre du Bureau de la SEII

Nombreux sont les secteurs industriels dépendant fortement des énergies fossiles pour la production de chaleur à haute température (HT), essentielle pour leurs procédés : sidérurgie, chimie, cimenterie, verre en sont quelques-uns parmi d'autres. La transition énergétique mise en place pour éliminer les émissions de CO2 à cause de leur impact sur le climat, doit identifier des solutions pour remplacer ces besoins, faute de quoi elle sera soit un vain mot soit le fossoveur de secteurs industriels majeurs de nos sociétés développées, avec les conséquences que l'on peut imaginer sur les plans économiques et sociaux. Diverses solutions existent, plus ou moins conformes aux exigences, quitte à faire une impasse sur les objectifs poursuivis notamment par utilisation de gaz naturel plus faiblement émetteur de CO2. Mais dans la mesure où on ajoute aux contraintes industrielles existantes, un recours massif à



l'hydrogène comme vecteur énergétique pour les besoins liés au transport, ces solutions (faisant surtout appel aux renouvelables intermittentes EnRI) impliquent des coûts monétaires et environnementaux exorbitants. Le nucléaire de fission dont la trace carbone est voisine de zéro, offre une alternative appropriée à ces besoins comme nous allons l'esquisser, sans entrer dans des détails trop complexes.



Photo d'un site industriel pétrochimique, un candidat de choix pour l'utilisation direct de la chaleur nucléaire pour décarboner les processus de production

Pour nombre de personnes, le syntagme 'réacteur nucléaire' désigne les installations productrices d'électricité dans nos pays (Générations II et III). Les ancêtres de ces installations ont été conçus à la fin des années 40, époque à laquelle d'autres avaient été étudiées avec grand succès, au départ des mêmes principes physiques mais avec des caractéristiques et des applications potentielles très différentes. Ce sont des raisons historiques (la guerre froide) qui ont fait émerger les réacteurs à eau légère (LWR), d'abord pour les besoins de la propulsion navale (sous-marin Nautilus), ensuite pour les applications civiles de fourniture d'électricité. Ils pourraient certes produire de l'hydrogène par électrolyse, mais pour les spécialistes de la question, ce mode de production possède un mauvais rendement, contrairement à la voie thermochimique. Un réacteur nucléaire fournissant de la chaleur HT serait donc un meilleur instrument pour répondre à l'agrégat de besoins.

Parmi les 13 réacteurs de différents types (Génération I) conçus au laboratoire d'Oak Ridge à partir des années 50, deux semblent exotiques aujourd'hui mais à l'époque, leurs propriétés suscitaient beaucoup d'intérêt. Ils utilisaient un combustible sous forme de sel fondu (un fluorure d'uranium) porté à une température de plus de 750°C jouant également le rôle de réfrigérant primaire. Les installations, connues sous les noms Aircraft Reactor Experiment (ARE) et Molten Salt Reactor Experiment (MSRE), tinrent des promesses sans lendemain et elles tombèrent progressivement dans l'oubli, au profit des réacteurs LWR.

Le décollage de la filière industrielle de ces derniers s'accompagna d'une prise de conscience des risques d'accidents d'exploitation et la prise en compte de ceux-ci. La nécessité de recourir à des pressions élevées (150 atmosphères) pour l'eau en phase liquide à des températures de l'ordre de 325°C et l'insertion de quantités importantes d'oxyde d'uranium sous forme de gainées pouvait donner lieu à des événements graves, tels que la perte de refroidissement du cœur par vaporisation accidentelle du fluide, fusion de la masse

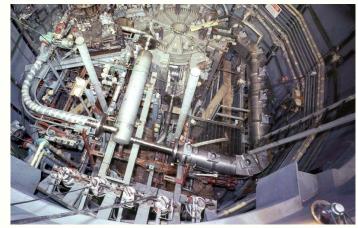


Photo d'archive du réacteur MSRE

d'uranium et explosion de vapeur, suivie de relâchements radioactifs dans l'environnement. Des systèmes actifs de sûreté furent mis en place dont la pertinence fut établie par les évaluations probabilistes conduites dans le cadre de l'analyse de sûreté WASH1400 de Rasmussen (1972). Les catastrophes qui suivirent (TMI, Tchernobyl, Fukushima) et leurs conséquences eurent des effets psychologiques considérables qui expliquent largement l'attitude réticente actuelle à l'égard du nucléaire de fission.

Les réacteurs à sels fondus (RSF) ont refait surface en 2000 lors d'une réunion internationale organisée aux USA pour identifier des systèmes nucléaires de Génération IV répondant à des exigences de durabilité des ressources, d'économie, de sûreté et d'absence de prolifération. Ils font partie des 6 systèmes retenus pour le futur et sont à l'époque unanimement reconnus comme les installations nucléaires possédant la sûreté intrinsèque la plus élevée : (a) l'absence d'eau élimine tout risque d'explosion de vapeur et les conséquences qui en découlent ; (b) le combustible liquide permet un apport de matière fissile au gré des besoins, assurant un fonctionnement en continu, sans excédent notable de réactivité ; (c) porté à une température de l'ordre de 800°C, le sel est bien en-deçà de sa température de vaporisation (@ 1400°C) nécessaire pour libérer les produits de fission dissous. Enfin, (d), le faible excédent de réactivité combiné à un coefficient de température très négatif assure un fonctionnement stable, allant jusqu'à autoriser des moyens réduits d'éléments de contrôle.

La fondation du 'Generation-IV International Forum' (GIF) comprenant aujourd'hui 14 états membres (dont Euratom) est le point de départ d'un travail intense de R&D pour résoudre les nombreuses questions qui se posent en vue de la réalisation industrielle de ces installations avec le respect le plus strict des exigences mentionnées. Ces questions portent essentiellement sur le comportement des matériaux de structure en présence de sels fondus, la modélisation multi-physique, les études de sûreté, et les procédures d'homologation de systèmes entièrement nouveaux.

Dans une perspective d'avenir, l'avancée la plus importante est celle qui a conduit à la réalisation de RSF à spectres de neutrons rapides obtenus à partir de sels fondus chlorés. Celle-ci ouvre une porte à la solution du problème que constitue le stock de combustible usé considéré aujourd'hui comme ingérable: ce stock est un produit de choix pour alimenter ces installations futures.

La technologie des RSF est l'objet d'un intérêt croissant dans le secteur de l'innovation technologique nucléaire avec une petite dizaine de projets relativement avancés dans des laboratoires nationaux comme dans le secteur privé. Certains d'entre eux pourraient aboutir endéans les dix prochaines années. Mentionnons en deux qui illustrent très bien l'extension de paradigme en cours : MOSART (Molten Salt Actinide Recycler & Transformer) et Moltex SSR-W (Stable Salt Reactor Wasteburner).



Rendu visuel d'une centrale de conception Moltex. Crédit: Moltex Energy & Jacobs

MOSART a été conçu à l'Institut Kurchatov de Moscou. Le constructeur Rosatom y est aujourd'hui associé. Il vise, entre autres applications, à recycler le combustible usé des réacteurs russes de type VVER. Le projet SSR-W de la société anglo-canadienne Moltex nourrit de son côté deux ambitions : d'une part, celle d'éliminer le combustible usé des réacteurs à eau (légère et lourde) ; d'autre part, celle de permettre une production nucléaire permanente en parallèle aux EnRI mises en place dans le cadre de la transition énergétique. La production nucléaire LWR est en effet pénalisée par cette mise en place, l'énergie délivrée au réseau devant strictement compenser la demande. Le système SSR-W accompagné d'un stockage de chaleur HT (une technologie mature basée sur des sels fondus, utilisée notamment en Espagne pour des centrales solaires thermiques) pourrait au contraire fonctionner en permanence, sa production étant envoyée au réseau lors des creux de production EnRI et stockée sous forme de chaleur HT (avec utilisation ultérieure) en cas de surproduction de ces dernières. L'intérêt d'un tel système est qu'il permettrait de limiter les taux de pénétration des EnRI à des valeurs considérées comme acceptables pour les spécialistes des réseaux électriques, du point de vue de la sécurité d'alimentation électrique, et d'assurer une production d'énergie rigoureusement neutre au plan carbone.

Les temps ne sont pas encore mûrs et, en particulier, les consciences ne sont pas encore suffisamment éclairées sur le sujet. Mais, il semble bien que la technologie nucléaire HT soit une voie d'avenir essentielle pour la production d'énergie sans trace carbone.

Ernest MUND

NE MANQUEZ PAS NOTRE TROISIÈME WEBINAIRE!

Confinement oblige ("safety first"!), nos déjeuners-conférences habituels sont suspendus. Néanmoins, dans la continuité de notre premier succès, le Bureau de la SEII organisera un troisième webinaire le 18 mars, à 18 h.

A cette occasion, Ir. Loïk Le Floch - Prigent, ingénieur ayant dirigé de grandes entreprises, nous parlera de la nécessaire réindustrialisation de l'Europe.

La participation à ce troisième webinaire est gratuite pour les membres SEII et pour les étudiants et au prix forfaitaire de 20€ pour les non-membres. Les inscriptions sont obligatoires . Vous pouvez le faire, soit via notre site web www.seii.org, soit par mail à info@seii.org. Les personnes inscrites recevront dans la journée du 18 mars le lien nécessaire permettant de se connecter pour participer à ce webinaire. Les mesures de confinement susmentionnées ne nous permettent pas, non plus, de déjà prévoir quelles seront nos activités ultérieures. Nous vous tiendront au courant dès que nous en savons plus.



WANTED: RAPPEL

Comme mentionné lors d'un précédent communiqué (mail du: 16/02/2020), la SEII se cherche un/une collaborateur/trice pour notre SG: quelqu'un qui puisse dans un premier temps aider notre Secrétaire Général dans ses tâches et éventuellement, dans un second temps, reprendre sa fonction. Toute personne intéressée peut nous contacter directement à info@seii.org

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS CETTE NEWSLETTER SONT SEULEMENT FOURNIES POUR VOTRE COMMODITÉ ET N'ENGAGENT PAS LA SEII LES OPINIONS EXPRIMÉES DANS CERTAINS
TEXTES DE CETTE NEWSLETTER N'ENGAGENT OUE LEUR AUTEUR ET NE REFLÈTENT PAS NÉCESSAIREMENT L'OPINION DE TOUS LES MEMBRES DE LA SEII

SEII (SOCIÉTÉ EUROPÉNNE DES INGÉNIEURS ET DES INDUSTRIELS, ASBL) - RUE D'EGMONTSTRAAT, 11 - 1000 BRUSSELS

N° D'ENTREPRISE: 0471 474 339 - MOBILE: +32 (0)472 707 767 - URL: WWW.SEII.ORG - E-MAIL: INFO@SEII.ORG

SOME "NON-SENSITIVE" DATA ABOUT YOU ARE RECORDED IN A FILE, WHICH IS ON SEII'S RESPONSIBILITY, SO THAT WE CAN COMMUNICATE WITH YOU. IN ACCORDANCE WITH THE GDPR –
GENERAL DATA PROTECTION REGULATION – WHICH CAME INTO EFFECT IN EUROPE ON THE 25TH MAY 2018, WE CAN, AT YOUR REQUEST, LET YOU KNOW WHAT THOSE DATA ARE, CORRECT THEM
IF NECESSARY, OR ERASE THEM FROM OUR MAILING LISTS ONCE THEY ARE NOT REQUIRED IN THE FRAMEWORK OF A FORMAL OR TACIT AGREEMENT.