



ROYAUME UNI LE PROGRAMME « HYDROGÈNE ET PILES À COMBUSTIBLE »

Sommaire

1. **Historique**
2. **La mise en place d'une stratégie de développement**
3. **Actions récentes**
4. **Véhicules à pile à combustible made in UK**
5. **Les principaux acteurs publics et industriels**
6. **Bibliographie**

1. Historique

Historiquement le Royaume Uni¹ est l'un des pionniers de l'hydrogène et de la pile à combustible dans le monde:

- *Robert Boyle*, physicien et chimiste irlandais (1627 – 1691) isole "l'air" qui se dégage lors de la réaction du vitriol sur le fer. Puis *Henry Cavendish* (1731 – 1810), physicien et chimiste britannique, recueille, en 1766, d'importantes quantités de cet "air" dans des vessies de porc et montre que ce gaz, qu'il baptise "l'air inflammable", brûle dans l'atmosphère en produisant de l'eau. Ce gaz est ensuite identifié par les français Lavoisier, Laplace et Meunier comme l'un des deux composants de l'eau et pour cela ils le dénomment "hydrogène", étymologiquement « *qui produit de l'eau* ».

- En 1839, *William Robert Grove*, avocat britannique et chimiste amateur, réalise la première pile à combustible, effet inverse de l'électrolyse de l'eau, elle-même inventée, en 1800, par deux chimistes britanniques, *William Nicholson* (1753-1815) et *Sir Anthony Carlisle* (1768-1840).

Après ces avancées importantes, l'hydrogène et la pile à combustible sont longtemps restées des sujets de recherche académique qui n'ont pas vraiment mobilisé les sphères politiques. Ce n'est qu'au début des années 2000 qu'une prise de conscience est apparue au regard des nombreux développements qui se faisaient jour un peu partout dans le monde.

2. La mise en place d'une stratégie de développement

- A la mi-2004, le *Department for Trade and Industry* commande à la société de consultants *E4tech* une étude sur un cadre de développement stratégique pour l'hydrogène au Royaume Uni. Cette étude a été publiée en décembre 2004. Elle comportait 7 recommandations auxquelles le gouvernement a répondu point par point en précisant que le sujet était prometteur mais qu'il fallait poursuivre la réflexion.

¹ Un peu de géographie: le Royaume Uni (ou U.K. pour United Kingdom) comprend les 4 nations suivantes: Angleterre, Ecosse, Pays de Galles et Irlande du Nord. Le Royaume Uni est composé de la Grande Bretagne (la grande île formée de l'Angleterre, de l'Ecosse et du Pays de Galles) et de l'Irlande du Nord.

- en mai 2014, H2FC SUPERGEN (*The Hydrogen and Fuel Cell Research Hub*) publie un "livre blanc" de 186 pages intitulé "*The Role of Hydrogen and Fuel Cells in Providing Affordable Secure Low-Carbon Heat*" (lien hypertexte dans le § Bibliographie), réalisé par *University College London* et *Imperial College London*. Il s'agissait d'une plaidoirie pro domo sur les qualités et avantages de l'hydrogène et de la pile à combustible dans les applications de production de chaleur.

- En novembre 2016, sous l'égide du *Department for Business, Energy & Industrial Energy*, et à la demande de *Innovate UK*, *DECC*, *Transport Scotland*, *Scottish Government*, *Scottish Enterprise*, *KTN*, *UKHFCA* et *SHFCA*, la société *E4tech* publie un document de 55 pages intitulé "*Hydrogen and Fuel Cells: Opportunities for Growth. A Roadmap for the UK*" (lien hypertexte dans le § bibliographie). Ce travail résulte de la participation de plus de 260 parties prenantes au Royaume Uni et à l'étranger. La synthèse est résumée dans le tableau de la figure 1.

- en mars 2017, H2FC SUPERGEN publie un nouveau livre blanc de 200 pages intitulé "*The Role of Hydrogen and Fuel Cells in Future Energy Systems*" (lien hypertexte dans le § Bibliographie) réalisé par *University College London* et *Imperial College London*. Il traite de tous les aspects de l'hydrogène et de la pile à combustible, aussi bien horizontalement (modèles, Policy) que verticalement (transport, chaleur, électricité ...). Il examine en détail six scénarios pour le développement de l'hydrogène et des piles à combustible, tous dans la contrainte de respecter une réduction de 80% des émissions de gaz à effet de serre. Les principales conclusions sont les suivantes:

- l'hydrogène et les piles à combustible sont entrain d'atteindre leur maturité,
- ils peuvent contribuer à une production d'électricité décarbonée,
- la compression et la pureté de l'hydrogène posent encore certains problèmes,
- l'excédent de production des énergies renouvelables ne pourra pas suffire à satisfaire la demande à terme, il faut trouver d'autres sources d'hydrogène,
- le manque de stations-service est un frein au développement des véhicules à hydrogène; une soixantaine de stations devraient être rapidement installées,
- il faudrait mettre en place un réseau de distribution d'hydrogène par pipes mais le réseau basse pression actuel de gaz naturel (2 bars) ne pourrait malheureusement pas être utilisé. Il serait incompatible avec les utilisations "chaleur en cogénération" et avec la distribution d'hydrogène pour les véhicules qui demanderaient, pour avoir un sens économique, une pression voisine de 20 bars.
- l'exemple d'autres pays a démontré l'efficacité d'une politique gouvernementale incitative, le gouvernement britannique est, en conséquence, sollicité pour suivre la même voie.

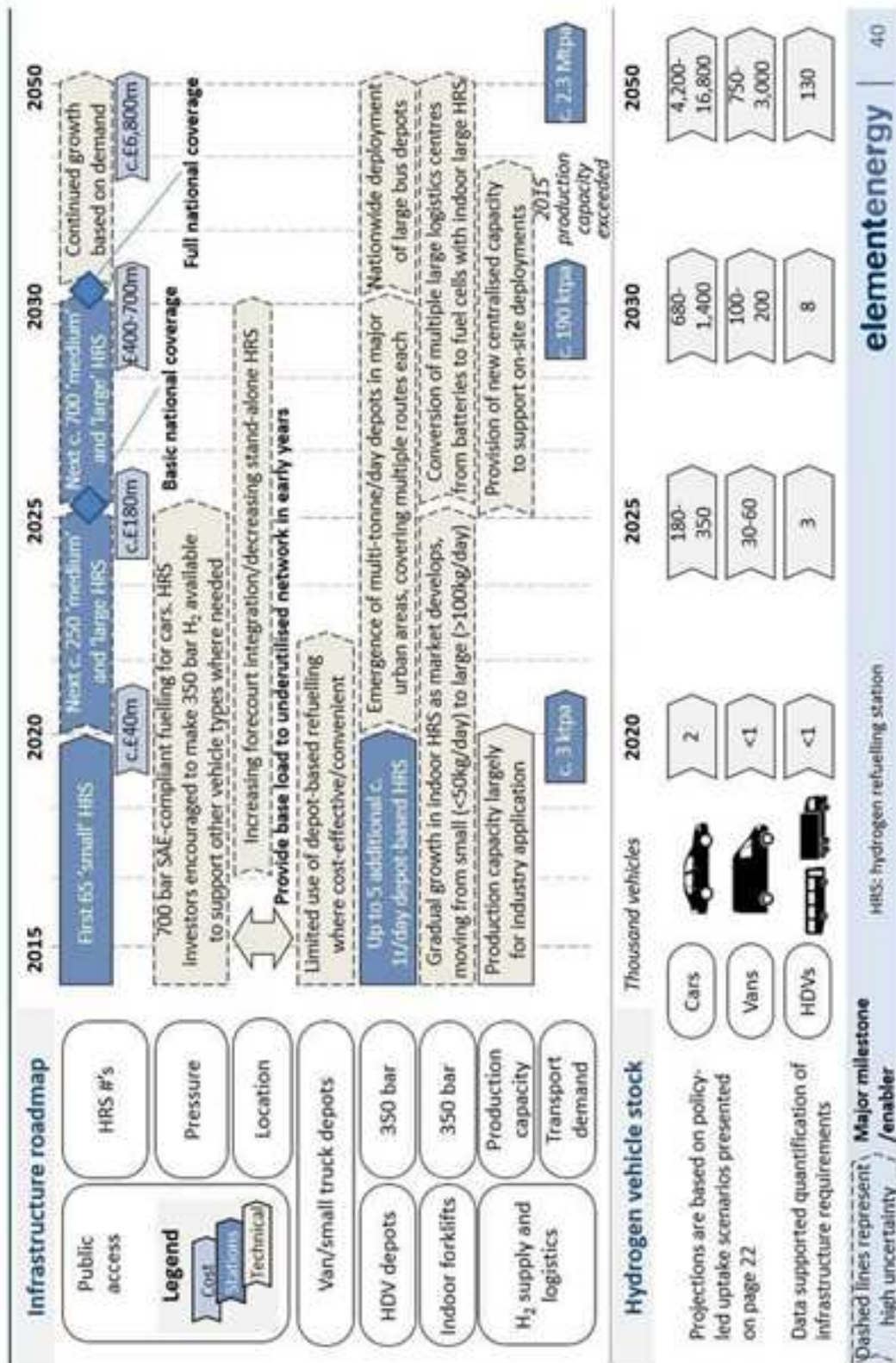


Figure 1 - Projet de Roadmap 2015 - 2050 pour UK (2016)

3. Actions récentes

- en octobre 2014, le gouvernement britannique annonce la mise en place d'un fonds de 11 M£ (dotation publique de 7,5 M£) pour les véhicules à hydrogène, dont 9 ont été destinés à la mise en place de 15 stations de distribution en 2015.

- en mai 2016, OLEV (*Office of Low Emission Vehicles*) lance un appel d'offres de 2 M£ pour l'achat ou la location d'une flotte de véhicules à hydrogène,

- en mars 2017, le gouvernement britannique a annoncé la mise en place d'un nouveau fonds de 23 M£ destiné aux véhicules à hydrogène, dans le cadre du *UKH2Mobility Project* qui rassemble 12 industriels, le gouvernement britannique et le FCH JU européen.

4. Véhicules à pile à combustible made in UK

S'il existe en Grande Bretagne de nombreux constructeurs automobiles de voitures de prestige (Rolls-Royce, Jaguar, Aston Martin ...), toutes les voitures de grande série qui y sont fabriquées sont de marque étrangère (Honda, Nissan, Toyota, Vauxhall ...). En conséquence, aucun projet de voiture à pile à combustible n'y avait vu le jour jusqu'en 2016.

Mais en 2016, la petite société *Riversimple*² implantée au Pays de Galles, a dévoilé un prototype de petit véhicule baptisé RASA (cf. Fig. 2) conçu autour de composants étrangers: une pile à combustible canadienne Hydrogenics de 8,5 kW_e, un réservoir de 1,5 kg d'hydrogène sous 350 bars (autonomie de 480 km) fabriqué par la PME française Ad-Venta, des supercapacités au Li-ion de JSR Micro belges, et quatre moteurs-roue de Printed Motor Works ... anglais. Il a été en partie développé dans le cadre d'un contrat FCH-JU. Une vingtaine d'exemplaires ont été fabriqués pour des tests.



Figure 2 - le RASA de Riversimple (2017)

5. Les principaux acteurs publics et industriels dans le domaine de l'hydrogène et des piles à combustible

² <https://www.riversimple.com/the-design-of-the-rasa/>

5.1 - Les pouvoirs publics

- *Dept of Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS)*³
- *Dept of Energy & Climate Change*⁴
- *Dept for Transport*⁵
- *Office for Low Emission Vehicles*⁶ (OLEV), partie des deux départements "Transport" et "Business Energy" ci-dessus.

5.2 - Les groupements publics-privés

- *UK H2 Mobility*⁷: partenariat public-privé pour le développement des véhicules à hydrogène, incluant des partenaires publics du Royaume-Uni (ci-dessus) et des industriels UK et étrangers.

5.3 - Les associations

- [UK Hydrogen Association & Fuel Cells UK](#)
- [Scottish Hydrogen & Fuel Cell Association](#)

5.4 - Les investisseurs

*H2FCSuperGen*⁸ est une plateforme de financement de la recherche sur l'hydrogène et les piles à combustible mise en place en 2012 par le *Research Councils UK Energy Programme* dans le cadre de l'initiative gouvernementale baptisée **Sustainable Power Generation and Supply initiative**.

5.5 - Les centres d'expertise

[Hydrogen London](#) est un centre d'expertise technologique sur l'hydrogène et les piles à combustible pour Londres et l'ensemble du Royaume-Uni, dont les membres appartiennent au Gouvernement et aux secteurs industriels et académiques.

5.6 - Les centres de R&D publics

- Le plus important est *l'Imperial College London*⁹: recherche, consultants, formation.
- *Loughborough University*¹⁰
- *UK Energy Research Center*¹¹ (UK ERC)

5.7 - Les industriels

³ <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-business-energy-and-industrial-strategy>

⁴ <http://www.ukh2mobility.co.uk/member/department-of-energy-climate-change/>

⁵ <http://www.ukh2mobility.co.uk/member/department-for-transport/>

⁶ <https://www.gov.uk/government/organisations/office-for-low-emission-vehicles>

⁷ <http://www.ukh2mobility.co.uk/>

⁸ <http://www.h2fcsuper-gen.com/about/>

⁹ <http://www.imperial.ac.uk/icept>

¹⁰ <http://www.lboro.ac.uk/departments/chemical/research/process-engineering/energy-environmental-engineering/>

¹¹ <http://www.ukerc.ac.uk/>

- **Intelligent Energy**¹²: modules de piles à combustible (technologie PEM) et appareils les utilisant.
- **Johnson Matthey**¹³, spécialiste des composants électrochimiques pour les électrodes
- **Ceres Power**¹⁴, modules de piles à combustible SOFC
- **ITM Power**¹⁵, électrolyseurs
- **E4tech**¹⁶, études à caractère économique, technologique et environnemental
- **Rolls Royce Fuel Cells Systems**¹⁷, piles SOFC de forte puissance
- **AFC Energy**¹⁸, piles à combustible alcalines
- **Riversimple**¹⁹, constructeur automobile de véhicules à pile à combustible
- **BOC Linde Group UK**²⁰, gaz

6. Bibliographie

- *The Role of Hydrogen and Fuel Cells in Providing Affordable Secure Low-Carbon Heat* - Imperial College London - Mai 2014 (186 pages)
<http://www.h2fcsupergen.com/wp-content/uploads/2014/05/H2FC-SUPERGEN-White-Paper-on-Heat-May-2014.pdf>
- E4tech "The Fuel Cell Industry Review 2015"
<http://www.fuelcellindustryreview.com/>
- Avril 2016: Rapport IPHE
<http://www.iphe.net/docs/Meetings/SC25/25-SC-Statement-United-Kingdom.pdf>
- *Hydrogen and Fuel Cells: Opportunities for Growth. A Roadmap for the UK* - Novembre 2016 (55 pages)
<http://www.e4tech.com/wp-content/uploads/2016/11/UKHFC-Roadmap-Final-Main-Report-171116.pdf>
- Compte-rendu de l'IPHE sur UK - Novembre 2016
<http://www.iphe.net/docs/Meetings/SC26/26-SC-Statement-United-Kingdom.pdf>
- *The Role of Hydrogen and Fuel Cells in Future Energy Systems* - Imperial College London - Mars 2017 (200 pages)
http://www.h2fcsupergen.com/wp-content/uploads/2015/08/J5212_H2FC_Supergen_Energy_Systems_WEB.pdf
- UK H2 Mobility:
<http://www.ukh2mobility.co.uk/the-project/>

¹² <http://www.intelligent-energy.com/>

¹³ <http://www.matthey.com/>

¹⁴ <http://www.cerespower.com/>

¹⁵ <http://www.itm-power.com/>

¹⁶ <http://www.e4tech.com/>

¹⁷ <https://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=26477675>

¹⁸ <http://www.afcenergy.com/>

¹⁹ <https://www.riversimple.com/>

²⁰ <http://www.boconline.co.uk/en/index.html>