Alternative Hydrogène

Une solution qui dérange

11 décembre 2007

L'Alternative Hydrogène : une solution qui dérange

Cette note existe sous la forme d'un fichier de lecture .pdf, Cliquez ici

Auteurs : Julien IRONDELLE et Max STELLMACHER

« L'eau, décomposée en ses éléments par l'électricité [...] sera un jour employée comme combustible [...] L'Hydrogène et l'oxygène qui la constituent, utilisés isolément où simultanément, fourniront une source de chaleur et de lumière inépuisables. », Jules Vernes, l'Ile mystérieuse, 1874.

Premier film Détails sur le record de la BMW H2R (302,4 Km/h, le 30 septembre 2004, Miramas, France)

Introduction

Concilier développement durable et développement économique

Le développement d'une nouvelle économie basée non plus sur les hydrocarbures, mais sur l'Hydrogène sera un moyen de renouer avec la Croissance, la création d'entreprises et d'emplois.

L'Alternative Hydrogène est plus proche de la phase industrielle que de la recherche appliquée, mais il faut lancer un défi politique, au niveau français et européen, pour amorcer un mouvement industriel et économique.

Ce défi pourrait être lancé en perspective de la future présidence française au Conseil Européen, en juin 2008.

Si le pari est réussi, la France sera en tête du développement durable, avec l'exportation de nombreux

produits et services.

En comparaison, la France est aujourd'hui parmi les leaders de l'industrie nucléaire, ferroviaire, aérienne et spatiale, grâce aux choix politiques faits dans les années 60 et 70.

L'Alternative Hydrogène :

- contribuera à la lutte contre le réchauffement climatique,
- résorbera la pollution atmosphérique,
- assurera l'indépendance énergétique,
- luttera contre l'augmentation tarifaire de l'eau et des matières alimentaires,
- et contribuera à l'atténuation des conflits financiers et armés dus à l'énergie.

Nous allons tenter de démontrer dans ce document la nécessité et la faisabilité de l'Alternative Hydrogène.

NB : Quand nous évoquons l'Hydrogène avec un H majuscule, nous évoquons la molécule d'hydrogène : le dihydrogène ou H2. Nous ne la confondons pas avec l'hydrogène, avec un h minuscule, que nous désignons comme l'atome d'hydrogène.

La fin programmée de l'économie liée aux hydrocarbures

Les réserves limitées du pétrole, hydrocarbure clé.

Par rapport au charbon et au gaz, le pétrole est un hydrocarbure clé, notamment par son rôle dans le transport terrestre, maritime et aérien, dans la production agricole, dans le BTP et autres secteurs faisant appel à des machines outils fonctionnant avec le pétrole.
Même si les réserves réelles ne sont pas exactement connues, la fourchette entre l'estimation haute et basse du déclin de la production de pétrole est de plus de 20 ans. Le dépassement du pic de Hubbert (définition Wikipedia) est définitivement prévu dans un avenir proche à l'échelle de l'humanité , moins que le durée moyenne d'une vie. C'est-à-dire de façon certaine notre mode de vie ne pourra pas être prolongé jusqu'à la durée de vie de nos enfants.

Pour rappel, les réserves mondiales prouvées de pétroles sont estimées à 40 ans de consommation, celles du gaz entre 60 à 100 ans de consommation, et celles du charbon à environ 200 ans de consommation.(cf site web de Jean-Marc Jancovici)

L'impact sur la modification climatique.

De façon de plus en plus certaine, nous savons que l'utilisation d'énergie fossile, charbon, pétrole, gaz, est responsable de modifications potentiellement majeures du climat.

Ces modifications rapides peuvent avoir des résultats catastrophiques. Dans des nations modernes et urbanisées, le déplacement rapide des terres fertiles sera incompatible avec la capacité de migration des populations humaines,

Elles peuvent provoquer l'extinction en masse des espèces qui vivent dans des espaces naturels non contigus du fait l'extension des activités humaines. En effet si ces espèces se trouvent dans des poches isolées, la faune et la flore ne pourront pas toujours migrer pour suivre le déplacement des conditions favorables à leur survie.

Il est inutile de débattre pour savoir la quelle des ces deux menaces nous force à réagir car elles sont toutes les deux graves, d'une probabilité quasi certaine et imminente, moins que la durée d'une vie.

Autre inconvénient de l'énergie fossile : la dépendance énergétique

« L'Union européenne, qui consomme environ 16 % de l'énergie mondiale, est le premier importateur du monde.

De 1994 à 2004, le taux de dépendance énergétique de l'Union a considérablement augmenté, puisqu'il est passé de 43 à 50,5 % (Eurostat 2007).

Les hydrocarbures jouent un rôle primordial dans cette situation. Le pétrole et le gaz naturel, qui ont fourni 61 % de la consommation énergétique en 2004, doivent être en grande partie importés. Les seuls gisements européens importants sont ceux de la mer du Nord qui fournit actuellement la moitié du gaz et un quart du pétrole consommé en Europe. Mais les réserves sont limitées et à l'horizon 2025 les hydrocarbures de la mer du Nord seront pratiquement épuisés ; l'Europe devra alors importer la totalité du pétrole et du gaz naturel de régions plus éloignées et géopolitiquement sensibles comme la Russie, l'Asie centrale et le Moyen-Orient.

Comme par ailleurs l'Europe importe de plus en plus de charbon, la dépendance énergétique totale de l'Union Européenne pourrait atteindre 80 % en 2030. »

(cf article dans Sciences Humaines.com)

Le taux d'indépendance énergétique de la France est d'environ 50 %.

Mais elle beaucoup plus exposée sur son approvisionnement en hydrocarbures, que ses collègues européens. La France importe 100 % de sa consommation de charbon, 99 % de sa consommation de pétrole et 98 % de sa consommation de gaz.

(cf site web Ministère de l'Industrie)

Une alternative technologique existe : une économie basée sur l'Hydrogène

Devant la crise potentielle que représente la fin de l'ère du pétrole, il est urgent de développer des solutions alternatives.

Le pétrole a deux fonctions : source primaire d'énergie et vecteur d'énergie.

Face à la disparition du pétrole, il faut trouver non seulement une (des) sources d'énergie alternatives, mais aussi des vecteurs d'énergie compatibles avec les productions et l'utilisation des nouvelles sources d'énergie.

Les sources d'énergie disponibles sont :

Sources d'énergie	Forme	Limitation

Sources fossiles	• Pétrole • Charbon • Gaz	Ressources limitées Responsables des GES
Renouvelables issu du soleil	• Solaire	Production intermittente
	• Eolien	Production totale limitée
	• Force des vagues	Technologie non maîtrisée (stade maquette)
	• Hydraulique	Production totale limité (surface cultivable ou rivières aménageables)
	• Biomasse	
Autres renouvelables	• Force marée motrice • Géothermie	Production totale limitée à des sites naturels favorables, parfois technologie non maîtrisée (maquette), sauf géothermie profonde et haute énergie.
Nucléaires	• Fission	Stock uranium Déchets
	• Fusion	Technologie non maîtrisée (stade principe physique seulement)

Transport & stockage de l'énergie : le problème du vecteur.

Si nous supprimons les hydrocarbures, la quasi-totalité des sources d'énergie alternative se présentent sous la forme de chaleur ou de mouvement mécanique.

Chaleur	Mouvement
Solaire (ou électricité directe)	Hydraulique
Géothermie	Force des vagues
Fission & fusion	Eolienne

Sauf dans le cas de l'énergie solaire utilisée directement dans les habitations comme chauffage, les autres formes doivent être transformées dans une nouvelle forme d'énergie que nous appelons vecteur. Pour l'essentiel actuellement les sources alternatives au pétrole sont actuellement transformées en électricité.

Les principaux vecteurs sont :

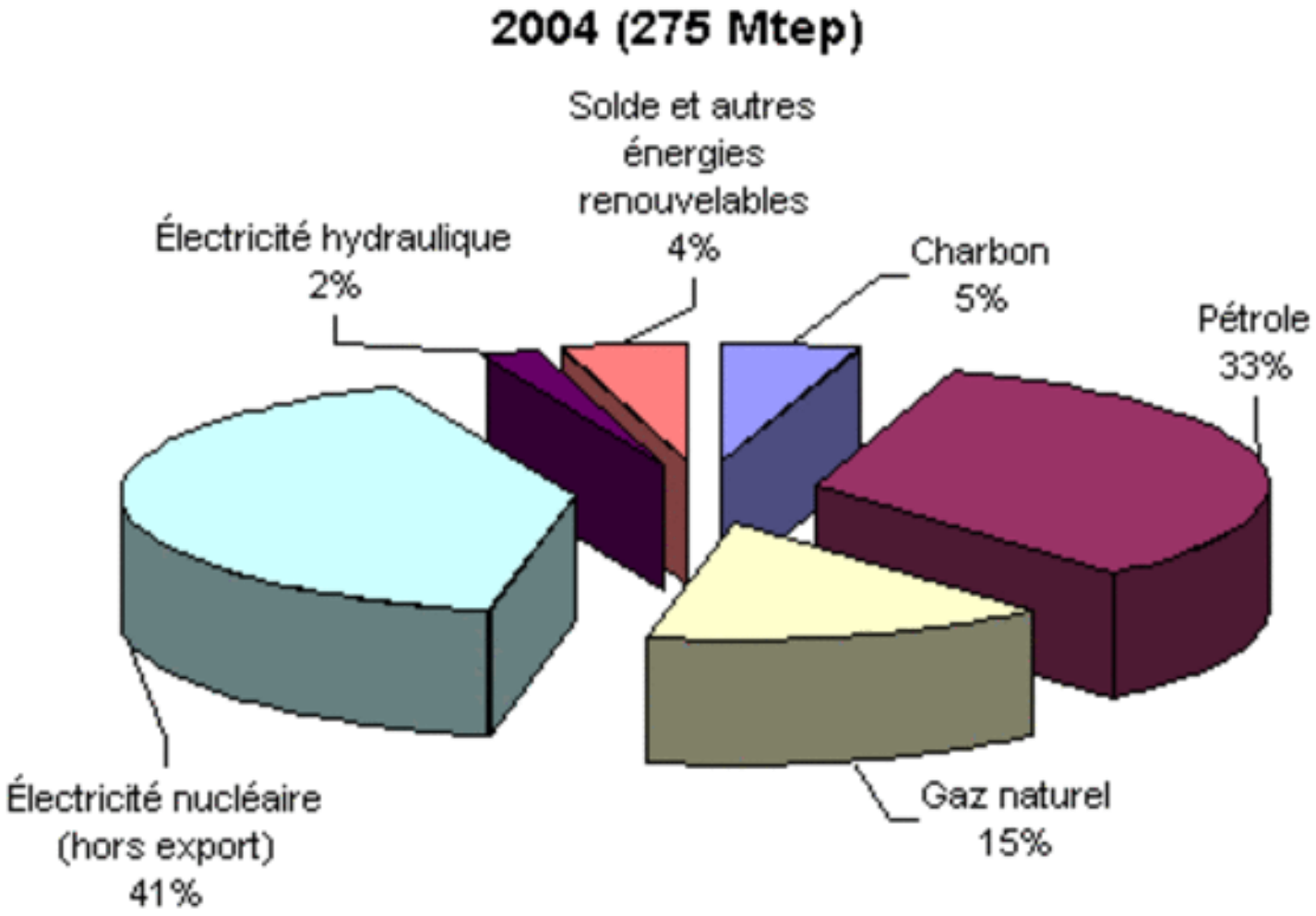
Vecteur	Avantage	Limitation
Pétrole	Stockable Transportable sur longues distances (inter continentales)	Le vecteur est directement la source d'énergie primaire dont les stocks sont limités et dont l'utilisation produit des GES
Electricité	Transportable sur moyenne distance Production facile à partir de chaleur ou de mouvement	Stockage en masse impossible (impossible de stocker 10% de la production électrique d'une journée) Stockage faible capacité par batterie trop limité (mauvais rendement, stockage totale insuffisant pour le transport routier)
Autre composé Carboné (ex Ethanol ou huile)	Stockable Transportable sur longue distance (inter continentales)	Production par la biomasse insuffisante pour couvrir tout notre besoin. En concurrence avec la production alimentaire

Hydrogène H2	Facile à produire à partir des sources alternatives au pétrole Stockable Transportable sur longue distance (inter continentales)	Progrès à faire dans le stockage final.

Quelles sources et quel vecteur si nous supprimons les énergies fossiles.

Si nous supprimons les énergies fossiles il faut trouver des sources primaires ayant déjà démontrée leur capacité réelle de fournir de l'énergie en grande quantité.

Mix énergétique de la France



Source DGEMP

Dans un horizon court terme seul le nucléaire peut garantir une production suffisante pour remplacer les sources fossiles.

Les énergies renouvelables complémentaires dont la production est déjà significative sont l'hydraulique et l'éolien

Les autres sources dont le potentiel est intéressant sont la géothermie, le solaire (en plus du chauffage local),

l'utilisation de la biomasse. Mais dans l'état actuel de notre technologie, elles ne seront que des énergies d'appoint (inférieur à 20% du besoin) à court terme.

Devant l'urgence de la situation, pour remplacer le pétrole a court terme, il faut partir des solutions déjà validées pour la production de masse :

Nucléaire - hydraulique - éolien dans cet ordre

L'hydraulique en France est déjà proche du maximum de son potentiel, car les sites favorables sont limités.

Devant l'urgence de la situation il faut en premier lieu s'assurer d'un approvisionnement en Hydrogène qui existe et qui soit prêt pour répondre au besoin actuel.

Les énergies alternatives n'étant pas encore assez développées pour couvrir plus de 20% de la consommation électrique, nous ne pouvons pas a court terme, moins de 20 ans, parier sur ces énergies pour faire, en plus de 100% de la future production d'électricité, l'énergie nécessaire au remplacement du pétrole.

Il faut avoir des vecteurs compatibles avec les sources disponibles à moyen court terme.

Electricité insuffisant = problème du transport. Limitation intrinsèque de la batterie.

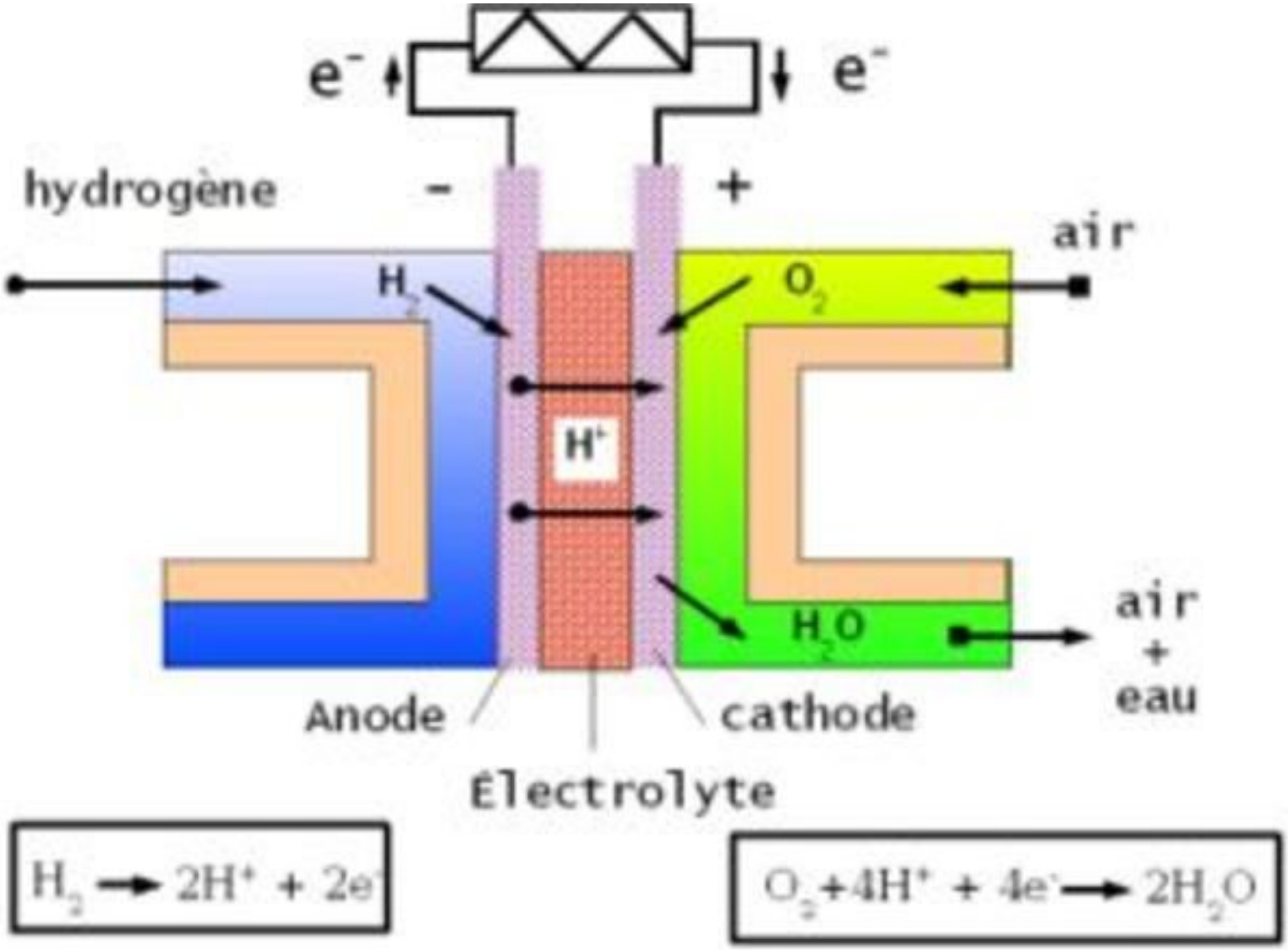
Il n'existe pas de rupture depuis 50 ans, même sous l'impulsion des fabricants d'électronique, PC portable, téléphone et lecteur portable) qui ont tous le problème de l'autonomie.

Seule, la combinaison de l'Hydrogène et de l'électricité représente une voie prometteuse pour assurer un vecteur exempt d'émissions nocives et basé sur une énergie durable.

L'Hydrogène peut remplacer le pétrole comme vecteur d'énergie pour le transport

1) la technologie est déjà à l'état de démonstrateur pour le transport routier.

La technologie du moteur à pile. Plusieurs technologies sont déjà disponibles (Phosphoric Acid, Proton Exchange Membrane or Solid Polymer, Molten Carbonate, Solid Oxide, Alkaline, Direct Methanol Fuel Cells, Regenerative Fuel Cells, Zinc Air Fuel Cells, Protonic Ceramic Fuel Cell)



Le principe consiste en la combustion par catalyser de l'Hydrogène qui permet de produire directement de l'électricité. Seul de la vapeur d'eau est rejetée.

Pour rappel, un moteur a combustion classique, en plus de rejet de CO2, rejette aussi de l'eau (H2O). Donc il n'y pas de problème nouveau généré par ce rejet.

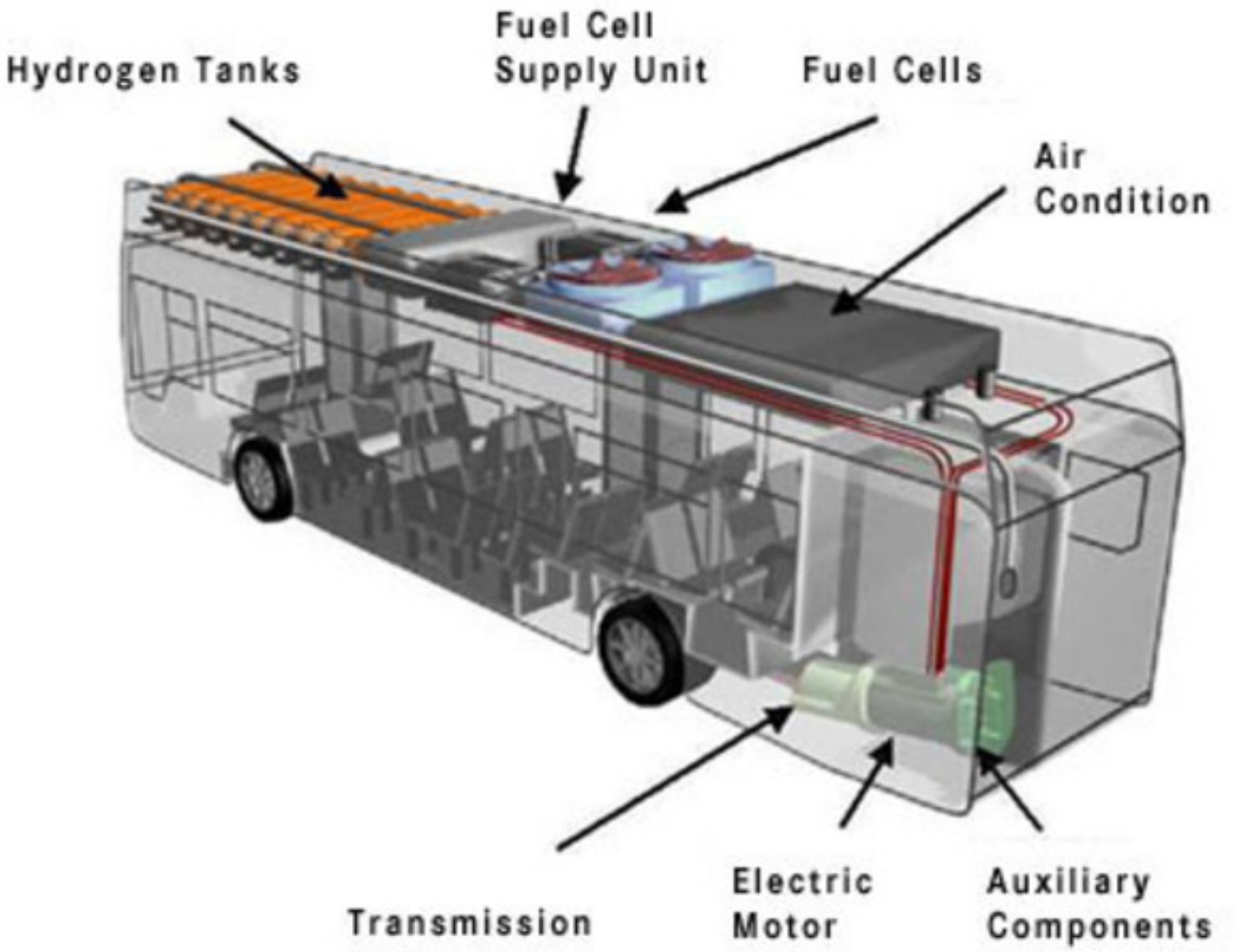
Type de Moteur Vapeur d'eau par kilomètre

Type de Moteur	Vapeur d'eau par kilomètre
Combustion à essence	0,62 l.

Pile à Hydrogène 0,40 l

Un grand programme de bus démonstrateurs à Hydrogène a été déployé dans neuf villes (Amsterdam, Barcelone, Hambourg, Londres, Luxembourg, Madrid, Perth, Porto, Reykjavik, Stockholm, Stuttgart... et aucune ville Française)

La démonstration utilise des Bus (Daimler Benz)



Source: DaimlerChrysler AG

Le même industriel est d'ores et déjà capable de proposer des prototypes de voitures particulières :

Necar 4 est une Mercedes avec un réservoir d'Hydrogène liquide

Source: DaimlerChrysler AG

D'autres industriels comme BMW ont développé des véhicules à moteur à explosion classique mais utilise de l'Hydrogène H2 comme combustible

Chez BMW, une première série de cent automobiles BMW série 7 à Hydrogène a été décidée. « La première livraison a été réalisée en avril 2007, à Munich, Berlin, Tokyo, Los Angeles où se trouvent des stations d'Hydrogène, et nulle part en France (!). «

Pour le stocker cet Hydrogène, BMW a fait le choix technique de l'Hydrogène liquide.

Le plein d'Hydrogène dans une station Total

Depuis le ministre président de Bavière utilise un tel véhicule pour ses déplacements.

D'autres constructeurs concentrent aussi une partie de la leur efforts sur ce type de véhicules :

GM lance l'Hydrogène pour les particuliers — Plus de 100 familles américaines vont recevoir des Chevrolet Equinox à Hydrogène pour un test en utilisation réelle, auprès de clients finaux, Quant à Toyota, le constructeur japonais a établi un nouveau record d'autonomie pour une voiture à pile à combustible (PAC) alimentée par de l'Hydrogène.

2) Les experts de l'Europe travaillent déjà à l'économie de l'Hydrogène

Une feuille de route européenne préliminaire a été établie pour la production et la distribution de l'Hydrogène – ainsi que des systèmes de piles à combustible et d'Hydrogène – en vue de passer à une économie orientée vers l'Hydrogène d'ici 2050.

Pour cela l'Europe finance plusieurs projets connexes à l'économie de l'Hydrogène (voir la liste ci-dessous). Dans le même temps la France durant le Grenelle de l'Environnement ne mentionne même pas le sujet.

MOREPOWER

L'objectif de ce projet est de développer une pile à combustible à bas coût pour des piles directes portables à l'éthanol ou au méthanol. Le défi à relever consiste à obtenir un fonctionnement efficace à de très basses températures et à un coût très réduit. Ces dispositifs pourraient être utilisés pour des applications en micro-énergie (par ex. les téléphones mobiles, les ordinateurs portables), ou pour l'énergie portable (par ex. : les équipements de loisirs, les machines-outils, etc.).

HI2H2

Ce projet utilisera les plus récents matériaux et procédés de production pour développer et tester un électrolyseur à haute température innovateur pour une production d'Hydrogène efficace et à bas coût, en utilisant des technologies de conversion électrochimique à oxyde solide planaire.

http://www.hi2h2.com/

BIO-H2

Ce projet analyse la possibilité de réformer le bioéthanol pour produire de l'Hydrogène à bord d'un véhicule.

HyNet

Ce réseau thématique réunit les parties prenantes pour proposer une feuille de route européenne de l'Hydrogène qui définisse des stratégies de transition qui permettront de passer des systèmes d'énergie actuels à base de combustibles fossiles aux systèmes futurs d'énergie durable, basés en grande partie sur l'électricité et l'Hydrogène. Cette initiative a mené au projet HYWAYS, qui réalise une analyse techno-socio-économique approfondie des options de production de l'Hydrogène.

http://www.hynet.info/

EIHPII

Le Projet Européen d'Hydrogène Intégré est un projet de RDT prénormatif réunissant 20 partenaires et traitant de l'harmonisation mondiale des règlements de l'UE pour les véhicules alimentés à l'Hydrogène gazeux comprimé et liquide et pour l'infrastructure de rechargement du combustible nécessaire.

http://www.eihp.org/

HYSAFE

Ce Réseau d'Excellence réunit de grandes entreprises industrielles et d'importants organismes de recherche pour collaborer à la recherche sur toute une série de questions relatives à la sécurité de l'Hydrogène pour les infrastructures et les véhicules utilisant de l'Hydrogène.

www.hysafe.net

FUERO

Ce regroupement de neuf projets fixe les critères en matière de composants et de systèmes pour les

véhicules à piles à combustible. Parmi ces projets figurent des projets visant à développer des processeurs à combustible (par ex. à l'essence, au méthanol, à l'éthanol) ainsi que des composants essentiels pour les systèmes basés sur les piles à combustible.

http://www.fuero.org/

STORHY

Ce projet, mené par de grands constructeurs automobiles européens et par des fournisseurs d'Hydrogène, vise à développer des systèmes robustes, sûrs et efficaces pour le stockage de l'Hydrogène à bord de véhicules, en mesure d'être utilisés dans des véhicules équipés d'un moteur à combustion interne ou de piles à combustible alimentées à l'Hydrogène.

www.storhy.net

CUTE

Il s'agit du plus grand projet de démonstration au monde. Il implique une flotte de bus alimentés aux piles à combustible. Neuf villes européennes (dont aucune en France) possèdent 27 bus de ce type qui assurent un service régulier depuis deux ans, combinant les nouveaux systèmes pour la production d'Hydrogène, le stockage et l'approvisionnement. Ce projet est complété par le projet ECTOS en Islande.

http://www.fuel-cell-bus-club.com/

3) L'Islande se prépare à basculer vers une économie basée sur l'Hydrogène

L'Islande a déjà commencé son projet de devenir complètement indépendante du pétrole à partir de 2030 en utilisant ses ressources géothermique et hydroélectrique pour la production d'Hydrogène.

Ceci se fait à travers un projet national piloté par le ministère de l'industrie qui a donné lieu à la création d'une société Icelandic New Energy Ltd (INE). En plus de l'Etat Islandais et de sa compagnie d'électricité, sont présentes au capital les sociétés Daimler et Shell. Nous remarquons à nouveau l'absence d'acteurs français comme Total ou Peugeot / Renault.

En plus sa participation dans les démonstrateurs de flotte de bus (projet CUTE & ECTOS), l'Islande prévoit des démonstrateurs pour des véhicules particuliers et sa flotte de pêche.

D'autre part, en Italie, une ville Arezzo va faire un usage urbain de l'hydrogène, pour son industrie d'orfèvrerie et ses habitants. La production d'hydrogène sera faite avec des panneaux solaires.

Pour rappel, en France jusqu'en 1970, Gaz de France utilisait un mélange d'hydrogène et de gaz naturel pour son réseau urbain de gaz.

4) La technologie Hydrogène est aussi utilisable pour le transport aérien et maritime

La technologie de pile a combustion peut être adaptée facilement au transport maritime, car la génération de courant peut aussi facilement alimenter un moteur électrique d'un bateau que celui d'une voiture.

Par contre, l'aviation présente une problématique différente.

Les avions à hélice peuvent certes eux aussi utiliser des moteurs à piles à combustion. Le centre européen de recherche et développement de Boeing situé à Madrid a réalise un prototype d'aéronefs fonctionnant avec une batterie hybride lithium-ion couplé à une pile à combustible à membrane échangeuse de proton. Boeing procèdera courant 2007 à plusieurs vols.

L'Hydrogène peut directement être utilisé comme combustible dans un moteur à réaction. De telles études ont déjà été réalisées dans les années 50 (Lockheed CL-400 Suntan), mais l'absence d'intérêt industriel à l'époque, a stoppé ces recherches.

Le groupe Safran (ex Snecma) s'est penché récemment sur la question à travers le projet Cryoplane. Les études de faisabilité ont permis de conclure que le remplacement du kérosène par l'hydrogène dans les

avions de ligne pourrait donner naissance aux futurs "Cryoplanes".

Les défis technologiques sont cependant nombreux et certaines interrogations demeurent. Mais qu'il s'agisse de la technologie nécessaire à la réalisation d'un avion, des composants du moteurs, de la mise en place d'une filière hydrogène (fabrication, distribution, stockage) rien n'est véritablement hors de portée du savoir-faire actuel.

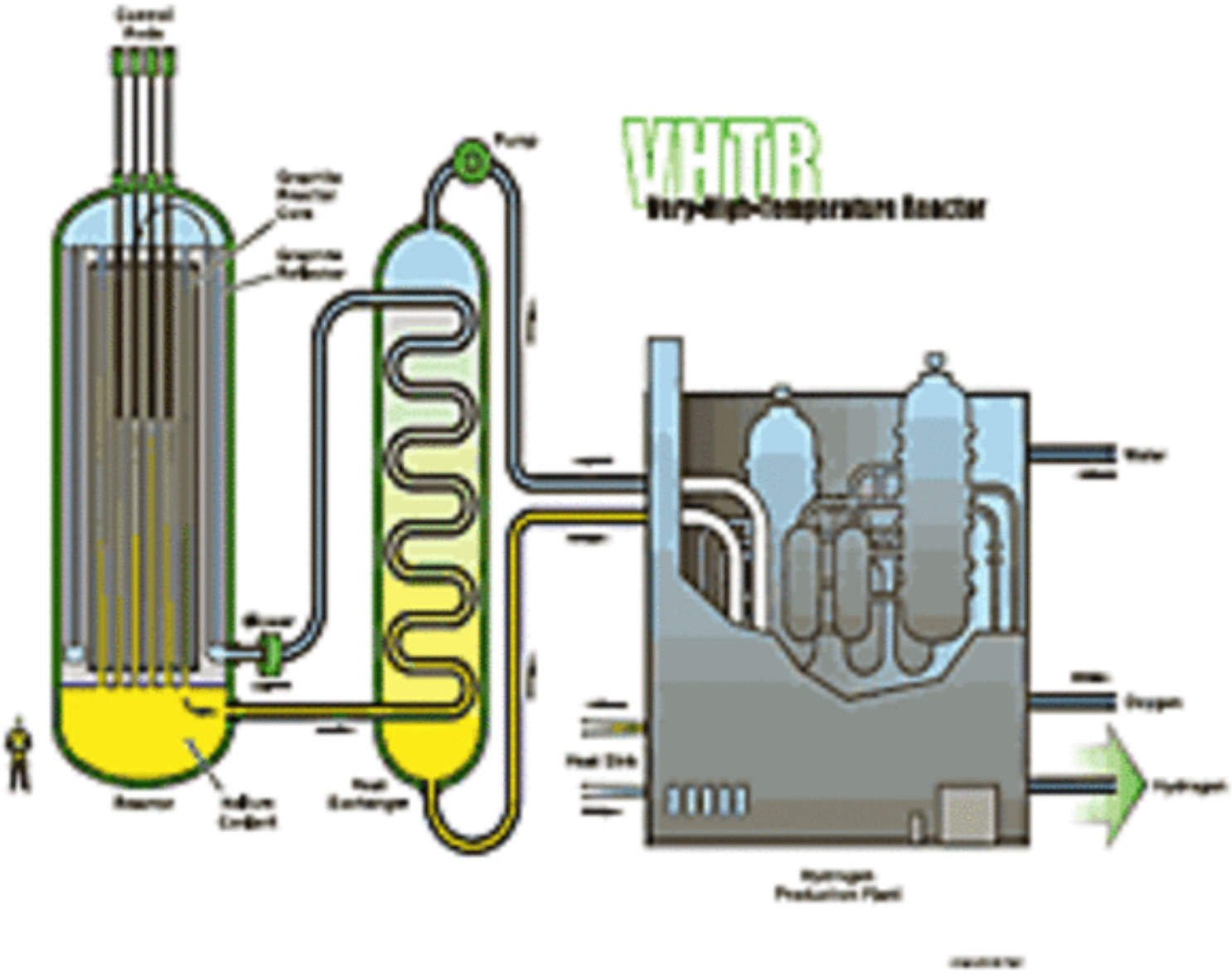
Enfin dans ses programmes exploratoires, l'Agence Spatiale Européenne étudie l'idée d'un avion hypersonique baptisé A2, propulsé par un moteur à Hydrogène, et qui pourrait voler à la vitesse incroyable de Mach 5, (voir ci-dessous la maquette comparée avec celle d'un A380)

Les centrales nucléaire de 4 ème génération pourraient produire de l'Hydrogène

Grâce à l'électrolyse haute température, entre 700°C et 1 000°, nous pourrons dissocier la molécule d'eau en Hydrogène et oxygène. Ce procédé de production massive a été particulièrement étudié en Allemagne, années 70 à 80, avant d'être mis de coté pour des raisons politiques. Depuis des avances significatives permettent d'envisager de nouveaux développements.

L'électrolyse haute température permet de fabriquer de l'Hydrogène avec une énergie moindre grâce à l'augmentation de la cinétique des réactions à haute température. Elle permet d'utiliser de forte densité de courant assurant une forte capacité de production dans un faible volume. Enfin l'apport d'une partie significative de l'énergie sous forme de chaleur au lieu de d'électricité permet de diminuer le coût de production.

Ceci est particulièrement intéressant pour la production d'Hydrogène dans une centrale nucléaire qui permet d'utiliser la chaleur des circuits de refroidissement d'une centrale à haute température, génération 4, pour co-générer de l'Hydrogène.



Des réacteurs haute température à gaz ont déjà été testés notamment en Allemagne, projet aussi stoppé pour raisons politiques. D'autres tests sont en cours de réalisation au japon.

Areva a déjà développé un concept de réacteur nucléaire à haute température utilisable pour la cogénération d'électricité et d'Hydrogène.

A court terme, le basculement de l'intégralité du secteur du transport à la technologie d'Hydrogène en France, nécessiterait de doubler le nombre de centrales nucléaires.

Si cela est certes important, cela reste néanmoins totalement dans le domaine du faisable.

Resterait la consommation pour le logement. Mais bien isolés, créant une grande partie de leur chaleur par l'énergie solaire, les bâtiments modernes n'auront besoin que d'un apport en électricité pour les appareils domestiques : Le logement peut aussi ne plus être dépendant de l'énergie fossile.

De plus le passage à la technologie de l'Hydrogène est en rien contradictoire avec une meilleure efficacité énergétique et comme nous allons le voir, le développement de sources alternatives. Ces efforts permettront de limiter le nombre de centrale à ajouter afin de remplacer totalement les énergies fossiles.

L'économie de l'Hydrogène n'est pas liée de façon indissociable au nucléaire. Au contraire l'Hydrogène comme vecteur d'énergie peut aider au développement d'énergies renouvelables

A court terme, le remplacement du pétrole par de l'Hydrogène nécessite le recours au nucléaire, seul capable de faire face en si peu de temps à une telle demande en énergie. L'Hydrogène peut être aussi produit grâce d'autres sources d'énergies

Production par électrolyse, grâce à l'électricité verte : éoliennes, centrales hydrauliques, énergie des vagues.

Grâce à l'électrolyse, nous pouvons transformer de l'électricité en Hydrogène. Si cette opération se fait au prix d'une perte d'énergie, rendement inférieur à 100%, la production d'Hydrogène permet de résoudre certains problèmes liés à ces énergies renouvelables. En effet la production de ces énergies est souvent intermittente et la production qui dépend de facteur naturel est parfois éloignée des centres de consommation.

La transformation d'une partie de l'énergie électrique en Hydrogène permet de résoudre le problème de stockage, et donc celui de la production intermittente.

Le stockage en Hydrogène permet aussi d'envisager la production dans des sites très éloignés des centres de production. Ainsi nous pouvons envisager de déployer tout le long de la crête de la cordillère des Andes des éoliennes fabriquant de l'électricité, transformée dans les vallées en Hydrogène, acheminé dans des pipelines vers les ports et les navires de transport.

Le couplage éolien-hydrogène a été prouvé, cf Le projet d'Utsira (p54).

Une carte modiale des vents, avec le potentiel éolien a été faite en 2005 par deux membres de l'Université de Stanford (Californie USA).

Des projets très intéressants sur des Hydroliennes sont aussi à l'étude, notamment en France et au Royaume Uni.

Production par électrolyse grâce à la géothermie.

Actuellement, la géothermie haute énergie est possible dans des sites favorables, poche magmatique proche de la surface. Le même problème de transport de l'énergie sera résolu par l'Hydrogène.

L'Islande projette de tirer profit de ses ressources géothermales pour devenir la première société entièrement basée sur l'Hydrogène.

La géothermie haute profondeur offre des possibilités, mais reste au niveau de la maquette.

Production à partir de la biomasse

Le bois et les déchets végétaux, comme la paille, peuvent être gazéifiés en gaz de synthèse ($H_2 + CO_2$). Comme nous utilisons des plantes qui se renouvellent, le bilan en émissions de CO_2 est neutre. La seule limite est la quantité de biomasse disponible.

Production directe par des micro-organismes

Certaines bactéries et micro - algues produisent de l'Hydrogène sous l'effet de la lumière. Mais les rendements sont très faibles. Cette méthode est encore à l'état de recherche en laboratoire. Des modifications génétiques, par exemple, pourraient permettre de les stimuler. (cf Articles de Sciences et Vie)

Autres prospections

Encore à l'état de recherche fondamentale, la photolyse de l'eau permettrait de produire de l'Hydrogène directement à partir de la lumière solaire. Cela grâce à des cellules photo - électrochimiques qui combineraient énergie photovoltaïque et électrolyse. À quand les « panneaux solaires à Hydrogène » sur les toits ?

Si avec le nucléaire un basculement rapide à une économie de l'Hydrogène, est garanti ; une fois ce basculement fait, le développement des énergies renouvelables ne sera pas bloqué bien au contraire. L'Hydrogène combiné à l'électricité permettra un déploiement plus facile de ces énergies à chaque fois que ce déploiement bute sur des problèmes le stockage ou de transport intercontinental.

Les obstacles à surmonter

La technologie de l'Hydrogène est déjà à la phase de la validation industrielle

De l'idée à sa réalisation : les différentes phases du développement d'un produit innovant.

Avant qu'une innovation vienne modifier notre mode de vie, il faut qu'elle ait franchie plusieurs étapes :

1. La validation physique

Généralement, à l'origine d'une innovation, un principe physique a été exploité.

Par exemple l'air chaud plus léger que l'air est le principe sous-jacent à la montgolfière. Le développement extraordinaire de la physique a permis de transformer de nombreuses nouvelles lois physiques en innovation : de l'électricité à l'ampoule, de la physique quantique à l'électronique, de la relativité à l'énergie nucléaire.

A contrario, au fur et à mesure que la physique a progressé, les lois nouvelles ont non seulement ouvert de nouveaux champs d'application mais aussi ont donné des limites infranchissables.

Le deuxième principe de la thermodynamique par exemple. Il n'y a pas de possibilité de dépasser les lois de la physique. Pas de moteur à d'eau et c. Ceci doit tempérer les rêves des non physiciens qui extrapolent les progrès futurs à partir des progrès passés.

A ce stade initial de développement nous retrouvons la fusion nucléaire qui sur le principe fournirait une énergie inépuisable à l'échelle de l'humanité. Mais ne nous y trompons pas l'ITER qui va être construit n'est qu'une expérience de physique fondamentale et non pas encore une maquette pour valider la deuxième étape.

2. La validation technologique

La maquette et le prototype : pour passer de l'idée à la réalisation il faut maîtriser les lois physiques mis en œuvre. Le prototype sert à démontrer que la physique a pu être maîtrisée. Si la démonstration n'est que partielle, échelle réduite, domaine d'utilisation limitée, nous parlerons de maquette.

Si comme nous l'avons dit la fusion n'a pas encore atteint ce niveau, les centrales de 4ème génération ont au moins franchies l'étape de la maquette.

3. La validation industrielle

La possibilité de produire de façon industrielle le prototype.

C'est déjà à ce niveau avancé que se situe la technologie de l'Hydrogène. Pour être sur de parvenir à ce niveau, les chercheurs ont développé des piles à combustion sans catalyseur platine ce qui aurait été un blocage pour franchir cette étape.

En résumé, l'essentiel des technologies pour basculer vers l'Alternative Hydrogène sont à l'orée de la validation industrielle.

Développement industriel : le problème de l'œuf et de la poule

Il n'y aura pas spontanément de développement industriel de véhicule à base d'Hydrogène tant qu'il n'y aura

pas un marché pour cela. Nous retrouvons donc devant un problème type « œuf et poule ».

En effet :

· Pas de marché pour les véhicules à base d'Hydrogène tant qu'il n'y pas eu de développement d'une infrastructure d'approvisionnement en Hydrogène.

· Pas de développement d'une infrastructure d'approvisionnement d'Hydrogène, tant qu'il n'y a pas de marché pour les véhicules à base d'Hydrogène

Pour les industriels, se lancer trop tôt, c'est prendre un risque économique. Ils surveillent ce sujet pour être prêts à temps, et pour l'instant ils se limitent aux validations technologiques moins coûteuses. Se lancer dans une validation industrielle nécessite un investissement colossal, et le faire trop tôt c'est perdre de l'argent dans un outil qui sera longtemps en surcapacité.

A titre d'exemple la crise de 2001 qui a frappé les constructeurs télécoms, n'était pas dû au fait que nous n'aurons pas besoin de leurs infrastructures en fibre optique, mais au fait qu'ils ont déployé des capacités de débit trop vite par rapport au besoin , avant le développement généralisé de la vidéo sur Internet (légal ou pas) des partages de gros fichiers et des chats vidéo. Maintenant les sociétés Free, Neuf Cegetel, Numéricable, et France Telecom se lancent en 2007 voir plutôt en 2008 sur le déploiement de la fibre optique, soit plus de sept ans après. Quelle industrie peut survivre avec sept ans de stock ou de surcapacité sans être en crise ?

Ce risque économique est valable pour tous les types d'industrie qui seront impliqué dans la filière Hydrogène :

- Les constructeurs de véhicules, en France potentiellement Airbus, Renault et Peugeot-Citroën.

- Les fabriquant d'infrastructures pour la fabrication de l'Hydrogène, en France potentiellement : Areva et Alstom

- Ceux qui fabriqueront l'Hydrogène, en France potentiellement Total, EDF, Gaz de France, Suez et Air Liquide

- Ceux qui conditionneront et distribueront l'Hydrogène, en France potentiellement Total, Gaz de France, Suez et Air Liquide

L'Etat a donc un rôle à jouer. Comme garant de l'intérêt général, il a l'obligation de faire sortir la France au plus vite de sa dépendance aux énergies fossiles, responsables des Gaz à Effet de Serre.

Il peut, en synchronisant le basculement vers la solution Hydrogène, offrir aux industriels une garantie sur le risque d'avoir investi trop tôt. De plus en ce faisant il s'assure que les industriels Français n'investiront pas « trop tard ».

L'Etat peut forcer ce basculement grâce à la voie réglementaire et fiscale (taxe CO_2). De ce fait, il peut en concertation avec les industriels concernés être celui qui synchronise le basculement et donc celui qui garanti contre les risques économiques.

Par son action transverse de maître d'ouvrage, il s'assure que tous les éléments de la chaîne se développent en phase.

Dans ce cadre, l'investissement sera partagé entre les différents acteurs et l'Etat n'aura comme rôle que celui qui amorce la pompe par des commandes garanties. Mais l'Etat Français ne supportera pas l'essentiel de l'investissement, ce qui ne peut pas être envisagé dans sa situation financière actuelle.

Une opportunité formidable

Les défis liés aux changements climatiques et la l'épuisement des réserves d'énergies fossiles, imposeront à moyen terme la fin de notre mode de vie actuel.

Devant cette menace, certains recyclerons leur antilibéralisme dans une attitude malthusianisme et anti-

technologique. D'autres feront le choix de l'innovation et relégueront, si elles réussissent, les tenants du premiers choix aux rangs de pays sous développés.

N'oublions pas l'exemple de la Chine, alors en avance sur l'occident, qui a raté la révolution technologique et industrielle en se refermant sur elle-même. L'Empereur par une stricte application du « principe de précaution » condamnait à mort tous ceux qui auraient construit des bateaux de plus d'un mât capables d'aller en haute mer et de créer des contacts avec des pays étrangers inconnus. Cent ans auparavant, les chinois avait pourtant explorés la côte africaine, mais ils ont tourné le dos à l'inconnu et ont laissé les européens devenir la seule civilisation technologique qu'ils doivent maintenant rattraper.

Il est probable que les pays qui feront en premier les bons choix technologiques ; au moment du basculement OBLIGATOIRE lors de la fin de la civilisation du pétrole, auront une avance considérable qui leur garantira un développement économique non rattrapable à court terme.

Les géants industriels qui se formeront les premiers sur ces technologies de l'Hydrogène seront pour longtemps incontournables par les nouveaux arrivants. En effet il s'agira d'une industrie fortement technologique et nécessitant d'énormément de capitaux. Dans ce cas de figure l'avance des premiers est quasi irrattrapable. Nous observons ce type de situation dans l'aéronautique (Boeing et Airbus) ou la fabrication de micro - processeurs (Intel et AMD). L'avance technologique et l'investissement en capital les mettent pour longtemps à l'abri de nouveaux entrants.

Il en est de même pour des secteurs comme l'automobile, l'industrie pétrolière etc.

En faisant le bon choix la France peut trouver là les points de Croissance qui lui manque.

Par contre elle ne peut pas le manquer. Du fait de la lâcheté de ses gouvernants actuels face à la peur automatique vis-à-vis des nouvelles technologies, elle est déjà en train de rater la révolution de la biotechnologie au nom d'un principe de « précaution » mal compris qui n'a de toute façon aucun sens s'il n'est pas généralisé à l'échelle mondiale.

Notre attitude de replis vis-à-vis de l'innovation peut nous exclure de la potentielle révolution de ce secteur. Les nouvelles sociétés de biotechnologies seront près de Cambridge ou de Boston mais pas en France. Si les OGM débouchent sur des médicaments innovants, nous devrons les importer alors que nous étions au départ dans la course avec le génopôle d'Evry.

La France grâce au courage de la génération politique précédente se trouve dans une des meilleures positions pour relever le défi du basculement vers la technologie de l'Hydrogène.

Elle possède avec son savoir faire nucléaire la capacité de produire en masse de l'Hydrogène. Des grands groupes comme Total,Suez, Gaz de France ou Air liquide sont présents sur son territoire et elle possède une industrie automobile encore forte. Néanmoins l'essentiel de l'innovation sur les moteurs à Hydrogène se fait Outre Rhin. Il est donc nécessaire d'amorcer une dynamique avant que le retard ne soit trop important.

Julien IRONDELLE et Max STELLMACHER

Cette note existe sous la forme d'un fichier de lecture .pdf,Cliquez ici

Documents complémentaires

- Liens Internet Alternative Hydrogène
- Revue de presse Alternative Hydrogène 2008
- Vidéos BMW Série 7 Hydrogène
- Vidéos divers
- Vidéos voitures à pile à combustible

Deuxième film Détails sur le record de la BMW H2R (302,4 Km/h, le 30 septembre 2004, Miramas, France)

Rédigé à 23:26 dans Edito | Lien permanent | Commentaires (1) | TrackBack (0)