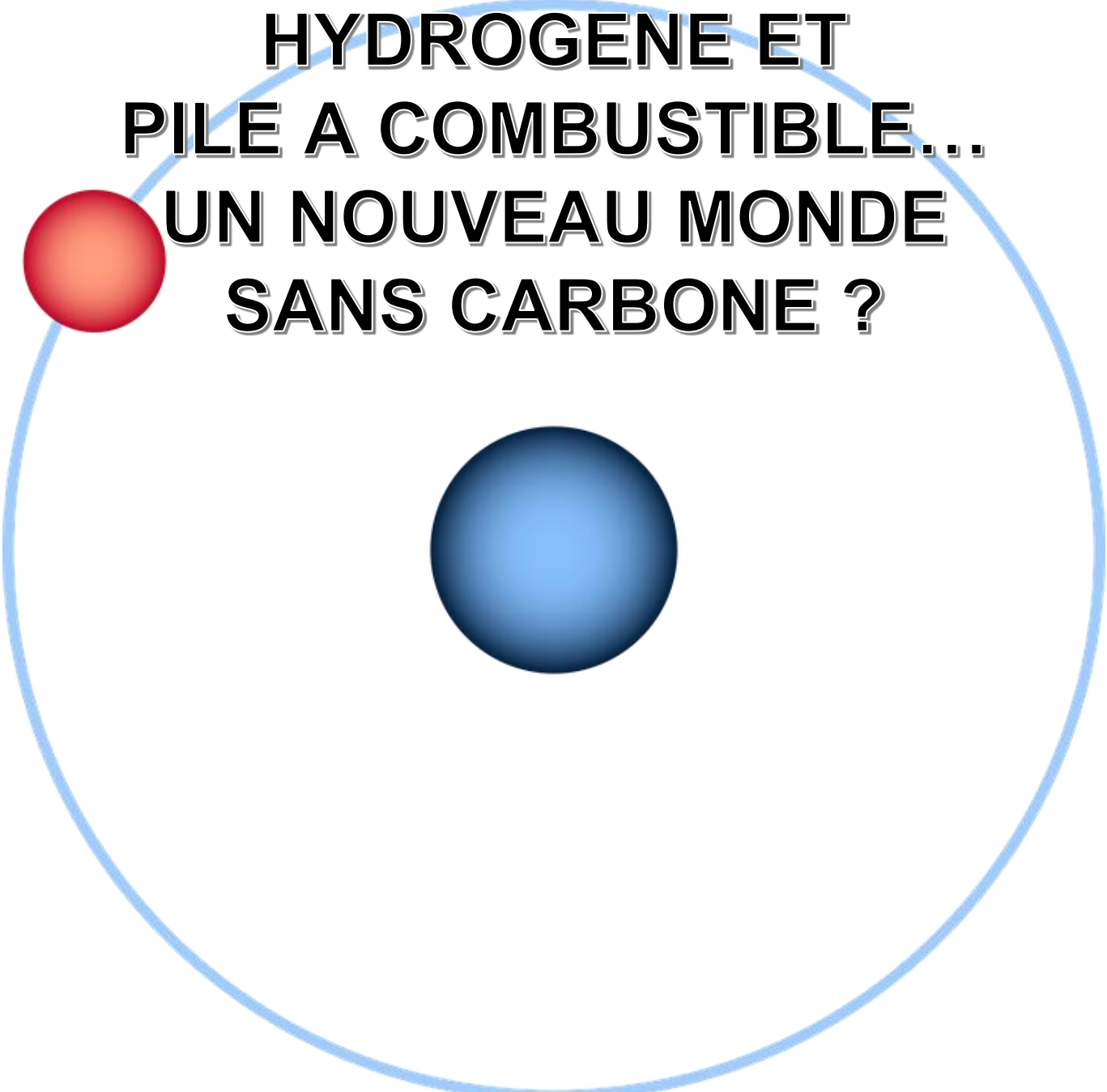


Jean-Marc TRUCHET



**HYDROGENE ET
PILE A COMBUSTIBLE...
UN NOUVEAU MONDE
SANS CARBONE ?**

© Jean-Marc TRUCHET - 15 janvier 2025 - 12 Pages
Document originel d'août 2020 - ALL RIGHTS RESERVED WORLD WIDE

NOTES DE L'AUTEUR

Ce document, très synthétique, est constitué à partir des propres connaissances de l'auteur, de ses voyages, de recherches à caractère historique, d'extraits de ses livres (Cf. site internet ci-dessous) comme d'analyses géostratégiques et géopolitiques, en particulier :

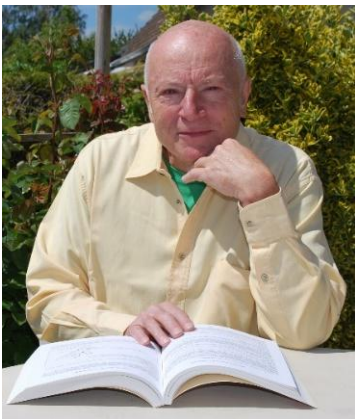
Consulter le site internet de l'auteur : www.laplumedutemps

Par ailleurs, il serait vain de rechercher ou d'estimer dans le texte ci-dessous, un quelconque parti pris pour telle ou telle organisation, pour tel ou tel gouvernement, pour telle ou telle entreprise ou telle ou telle personne. Il ne transcrit que des événements connus et vérifiables.

Suivant la loi en vigueur, des extraits limités sont autorisés sous réserve d'en préciser la source, soit : **LA PLUME DU TEMPS - Jean-Marc TRUCHET**

Pour une utilisation plus importante, quel que soit le moyen, une demande écrite est nécessaire en précisant le motif et en utilisant l'onglet **CONTACT** du site internet.

Pour tous nos ouvrages comme pour tous nos articles, nous sommes toujours réceptif aux remarques, compléments, informations vérifiées et vérifiables, témoignages et autres documents susceptibles d'enrichir nos recherches et nos écrits. Naturellement, sous réserve que ces éléments soient constructifs... Pas les autres... Par avance, merci !



Jean-Marc TRUCHET

Ancien ingénieur de l'énergie électrothermique et électronucléaire civiles

Ancien chef d'entreprise - Spécialiste matériaux composites.

Auteur autoédité depuis 1982

CONFERENCIER

Site internet : www.laplumedutemps

Chaine : [youtube laplumedutemps](https://www.youtube.com/channel/UC...)

LA PLUME DU TEMPS®



Page de couverture

L'atome d'hydrogène, le plus simple des atomes, soit un seul proton et un seul électron.

Iconographie : Jean-Marc TRUCHET. Autres sources notées dans le texte.

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
GENERALITES	5
L'HYDROGENE	5
RENDEMENT ET INTERET ECONOMIQUE	6
Origines du dihydrogène	7
Conclusion partielle	7
Utilisation du dihydrogène dans des TAG	8
Stockage du dihydrogène	8
Exploitation in situ	9
CONCLUSION	10
LA PILE A COMBUSTIBLE	10
De l'engouement actuel	10
DE FUTURS CONFLITS	11
DOCUMENTATION PERTINENTE	12

TOUTES LES LIVRES ET TOUTES LES ETUDES DE L'AUTEUR SONT EN LIBRE ACCES DEPUIS LE SITE INTERNET : www.laplumedutemps

PREAMBULE

Dans l'agitation médiatique qui caractérise ce début d'année 2025, la transition énergétique occupe toujours une grande place puisque les experts en ce domaine nous assurent déjà depuis longtemps que la survie de l'humanité, sinon de la planète est au prix annoncé. Pourtant, dans la mesure où les Gaz à Effet de Serre (GES) dont l'incontournable CO₂ seraient bien le principal facteur à l'origine des déboires à venir, sinon constatés, la France ne représenterait néanmoins que 0.8 à 0.9 % du total de ces GES émis sur Terre. Convenons sans détour que c'est tout de même assez peu et que dire du continent Africain avec environ 0.3 % et moins suivant les régions. Pourtant que n'entend-on point quant à la responsabilité de chacun et quant au prix à prévoir pour participer activement à ce sauvetage, lequel nécessairement, impose de faramineux financements. Bref, au sein de cette transition énergétique, deux sources font actuellement l'objet d'une grande part de cette agitation, soit le dihydrogène (H₂) et la pile à combustible, généralement poussés en cela par des considérations soi-disant "*écologiques*" d'autant que suprême avantage, le rejet n'est que de l'eau : l'idéal en quelque sorte, sinon un miracle...¹ Profitons-en alors pour essayer d'y voir plus clair, sans prétention aucune, juste à partir de simples éléments connus sans oublier d'ajouter une indispensable dose de bon sens ce qui aujourd'hui aurait tendance à faire défaut en de nombreux secteurs...

¹ Conventionnellement, l'atome d'hydrogène s'écrit H. Quant à la molécule constituée de deux atomes, il s'agit alors de dihydrogène de symbole H₂.

GENERALITES

Comme abordé en préambule, ressort un élément incontournable qui s'appelle, l'analyse de la valeur ou pour certains, le cycle de vie d'un produit, étude préliminaire également applicable à toute chose.² Cela signifie que pour porter un jugement et engager un projet, une fois de plus il est indispensable d'explorer la justification tant économique, technique, environnementale qu'humaine. Ceci évite de ne pas s'arrêter en route même si les éléments connus apparaissent séduisants, une erreur trop souvent commise, soit à minima et pour mémoire :

- L'impact environnemental.
- Le rendement global s'il y a consommation et/ou production d'énergie.
- L'économie financière escomptée.
- Les avantages espérés.
- Les inconvénients potentiels.
- La consommation totale d'énergie comparée avec la production escomptée.
- Le recyclage après usage et sa consommation d'énergie.

Cependant, rappelons que pour appréhender chaque point ci-dessus, c'est donc toute la chaîne de valeur qu'il convient d'étudier, que ce soit en ce qui concerne l'énergie dépensée et sa qualité, l'impact sur l'environnement, le coût humain et financier, etc.

Une fois de plus, suivant cela, comment justifier certains points de la transition énergétique comme le programme éolien et même photovoltaïque, voire d'autres au niveau de l'habitat ?

Si l'on veut être honnête avec soi et vis-à-vis de la société, cette démarche représente un incontournable cheminement afin de ne pas tomber ni dans le rêve, ni dans l'écologie business. En effet, si la nouvelle technologie s'avère plus onéreuse que la solution qu'elle est censé remplacer, le rendement énergétique final pas meilleur ou l'impact sur l'environnement pas plus, sinon négatif, etc. quel est son intérêt ?

L'HYDROGENE

Caractéristiques

Ainsi, la première question à se poser concerne la source d'où provient ce gaz particulièrement susceptible puisque sa limite basse d'explosivité³ dans l'air atmosphérique n'est que de 4 % en concentration ce qui n'est vraiment pas beaucoup mais la limite haute peut néanmoins atteindre 75 %.

Composé d'un seul proton autour duquel gravite un unique électron, il s'agit du corps le plus léger, soit 0.089 g/dm³ (89 g/m³) à l'état gazeux mais aussi le plus inflammable connu ce qui pose un réel souci, particulièrement en cas de fuite dans l'air (électrolyseurs, en particulier), l'énergie minimale d'inflammation n'étant que de 17 μ Joules.

Quant au front d'onde, précisément en cas d'explosion, suivant la composition stœchiométrique⁴ il fait preuve de l'une des meilleures célérités en la matière et présente ainsi toutes les caractéristiques d'un produit aux effets matériels de type brisant.

² L'auteur considère une différence entre l'analyse de la valeur et le cycle de vie. Il semblerait que la seconde définition ne comporte pas nécessairement l'aspect financier.

³ Concentrations minimale et maximale en dihydrogène dans l'air atmosphérique (LIE = Limite Inférieure d'Explosivité - LES = Limite Supérieure d'Explosivité).

⁴ Rapport entre la teneur en dihydrogène et en oxygène contenu dans le milieu considéré, soit carburant/comburant.

Plus précisément, la vitesse dudit front d'onde se situe entre 1.5 et 2 k/sec avec une pression de 15 à 20 bars. Quant à la flamme de combustion, celle-ci est légèrement bleutée mais peu visible suivant la luminosité ambiante.

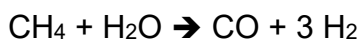
Pour autant, la consommation mondiale de dihydrogène est déjà très importante et uniquement pour la France atteindre 240 000 t en 2024, ceci pour produire de l'ammoniaque, des engrais, de l'éthylène, du propylène comme du méthanol. Le dihydrogène est également utilisé en matière de désulfuration de produits pétroliers.

Tant la production que l'utilisation du dihydrogène sont plutôt locales et malgré la susceptibilité de ce gaz, on n'observe guère d'incidents. En premier lieu, il s'agit de satisfaire les besoins de l'industrie chimique qui s'avère le grand secteur consommateur.

Plusieurs sources sont exploitées, à savoir :

- L'hydrogène produit à partir du pétrole, du charbon ou du lignite ce qui impose de passer par un processus de gazéification, à la fois consommateur d'énergie et émetteur de CO₂. Il s'agit respectivement d'hydrogène qualifié de NOIR et de GRIS.
- Par vaporeformage en deux étapes à partir du gaz naturel suivant les réactions chimiques ci-dessous.⁵ Il s'agit de l'hydrogène appelé BLEU.

Première réaction chimique à 850°C sous 25 bars de pression en présence d'un catalyseur (nickel).



Seconde réaction chimique à 200 °C, toujours en présence d'un catalyseur (fer/chrome).



- Par électrolyse de l'eau à partir d'énergie renouvelable comme l'électro-éolien ou le photovoltaïque. Dans ce cas, l'hydrogène obtenue est qualifié de VERT.
- Par électrolyse de l'eau à partir d'énergie électronucléaire. Il s'agit de l'hydrogène, dit : ROSE.
- L'hydrogène natif, c'est-à-dire provenant directement du sol mais pour l'heure en quantités limitées sans oublier la difficulté de transport d'un tel gaz là où il doit être utilisé.⁶ Il s'agit de l'hydrogène, dit : BLANC.

Comme on peut le constater, la génération de dihydrogène à partir du méthane natif (CH₄) ou obtenu depuis le pétrole, le charbon ou le lignite est largement la plus répandue mais s'accompagne d'une consommation d'énergie non négligeable et de la libération de dioxyde de carbone. A nouveau et malgré tout ce qui s'écrit et se dit, nous sommes donc loin de l'idéal écologique...

Sans entrer dans les détails, les deux dernières productions constituent les principales sachant que le vaporeformage est de loin la plus importante mais évidemment se pose en plus de ce qui précède, la question de la dépendance au monde pétrolier et gazier comme les conséquences environnementales qui en découlent ce qui n'est pas négligeable d'autant qu'il y a émission de gaz carbonique.

⁵ Opération également appelée *reforming* en langue anglaise.

⁶ Il s'agit de dihydrogène (H₂) sortant directement du sol comme dans le petit village du Mali de Bourakébougou situé à 60 kms au N/O de Bamako, soit 4 bars constants. Les sources sont très nombreuses dans le monde, y compris à faible profondeur et sous réserve de confirmation quant aux quantités disponibles et pérennes, cette solution pourrait à terme se révéler intéressante. Toutefois, reste la difficulté du transport et d'utilisation au niveau d'un véhicule (par exemple) qui en renchérissent considérablement le prix.

Quant à l'électrolyse de l'eau, elle nécessite la consommation d'électricité, énergie noble par excellence sachant que le rendement d'un électrolyseur atteint au mieux 65 %, le reste partant en chaleur. Autrement dit, si l'on veut bien faire abstraction de l'hydrogène natif et que l'on examine le rendement final, on constate ce qui suit en matière de production :

RENDEMENT ET INTERET ECONOMIQUE

Il s'agit ici d'un paramètre trop rarement abordé mais qui s'avère pourtant fondamental. Ainsi, comme souligné en ce début d'étude, rien ne sert d'échafauder des systèmes sensés améliorer les choses si pour finir, le rendement final n'est pas supérieur à la solution précédente et/ou dans la mesure où l'environnement n'y gagnerait rien.

Par conséquent, le rendement d'un système énergétique est égal à la quantité d'énergie récupérée, divisée par la quantité d'énergie initiale. Naturellement, il ne peut être supérieur à 1, soit :

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1}$$

Le rendement d'un procédé physique s'écrit η (lettre grecque êta).

Le rendement final d'un système composé de plusieurs systèmes élémentaires s'obtient en multipliant ces derniers, soit : $\eta = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \dots$

Origines du dihydrogène (H₂) par électrolyse de l'eau

Le rendement des électrolyseurs actuels se situe entre 60 et 65 % ce qui signifie que 40 à 35 % de l'énergie électrique sont dissipés en chaleur.

Dihydrogène VERT (Electro-éolien).

Le rendement d'un générateur éolien par rapport à l'énergie du vent s'établit comme suit : soit 0.88 % pour la turbine, 0.95 % pour le générateur électrique et 0.95 % pour l'électronique de conversion, soit : $0.8 \times 0.88 \times 0.95 \approx \eta 0.79$ ou 79 %.

A cela, il convient de multiplier par le rendement de l'électrolyseur : 0.79×0.65 (Au mieux) = 0.51 ou si l'on préfère 51 %.⁷

Partant de ce résultat, on peut supposer que ce dihydrogène est destiné à un moteur thermique, type véhicule automobile dont on peut estimer le rendement thermodynamique de l'ordre de 0.35.

Le rendement final sera ainsi de : $0.43 \times 0.35 = \eta 0.18$ ou 18 %.

En conclusion, depuis l'énergie cinétique du vent communiquée à l'éolienne, 82 % auront été perdus au cours de la chaîne de transformation pour arriver à faire fonctionner le moteur de la voiture. Toutefois, l'affaire de s'arrête pas là car avant de remplir le réservoir de ce véhicule, il faut tenir compte de la logistique de compression du gaz puis de son acheminement ce qui conduit à un rendement final certainement voisin de 13 à 15 % au mieux.

Dihydrogène ROSE (Centrales électronucléaires).

Rendement d'une centrale électronucléaire de type REP⁸ raccordées au réseau général est de 33 % ce qui signifie que 67 % des calories fournies par le réacteur retournent d'une manière ou d'une autre dans la nature via le fleuve, l'océan ou le réfrigérant atmosphérique que matérialise le panache de vapeur d'eau en son sommet.

⁷ Un électrolyseur nécessite un courant continu ce qui implique un redressement du courant alternatif. Les meilleurs rendements sont obtenus avec des diodes au silicium, soit environ 0.95 % mais ceci vient encore se soustraire au rendement final.

⁸ Réacteur à Eau Pressurisée, soit principe de filière exploitée en France, aux USA et en Russie (VVER).

Il convient alors de reprendre le même calcul que ci-dessus, à savoir :

Rendement de la centrale électronucléaire REP 0.33 x Rendement de l'électrolyseur 0.65 (au mieux) x Rendement d'un moteur thermique de propulsion 0.35 = η 0.075, soit 7.5 %

Naturellement, cela n'exclut pas de multiplier cela par la consommation de la chaîne logistique ce qui conduit cette fois vers un rendement final de l'ordre de 5 %.

Chaîne logistique générale et minimale

Extraction du sol ou autre production → Reformage (Si dihydrogène noir, gris ou bleu) → Compression → Transport (gazoduc, avec stations de re-compression, etc.) → Compression THP (Très Haute Pression) pour utilisation en bouteilles ou autre solution dont la cryogénie à -253.8 °C → Transport chez l'utilisateur.

Tout ceci n'est donc pas gratuit et vient nécessairement se soustraire du rendement final de production.

Conclusion partielle

Pourtant très en vogue actuellement, consommant d'importantes sommes d'argent en recherche/développement, les exemples ci-dessus montrent immédiatement et sans ambiguïté possible que le rendement final est sensiblement égal, voire très inférieur à celui des meilleures machines à vapeur de type Chapelon⁹, soit entre 15 et 16 % pour ces dernières.

Ensuite, où se trouve l'aspect écologique, vert, environnemental, éco-responsable, etc. ?

Utilisation du dihydrogène dans des Turbines A Gaz (TAG)

La lecture de certains documents dont les auteurs ne semblent pas manquer d'imagination, montre que le dihydrogène pourrait également servir de combustible pour des turbine à gaz, rêvant sans doute une fois de plus qu'il ne s'échappe que de l'eau. Toutefois, quelle que soit leur puissance, cela reviendrait ainsi à fabriquer du dihydrogène pour le reconvertir en électricité, naturellement sans aborder la consommation de ces machines.

A titre d'exemple, EDF possède plusieurs TAG telles que celles de Bouchain (Nord) soit 600 MW de puissance maximale atteinte en 30 minutes et à Montereau (Sud de Paris), soit 2 x 185 MW. Sans effectuer de grands calculs, on imagine immédiatement la consommation nécessaire pour obtenir de telles puissances électriques...

L'avantage de ces machines se situe au niveau de leur rendement thermodynamique, soit plus de 60 % mais également par leur capacité à atteindre leur pleine puissance aux environs de 30 minutes.

Toutefois, partant des éoliennes comme d'ailleurs du photovoltaïque, cela apparaît immédiatement stupide car il vaut évidemment mieux directement utiliser l'électricité produite par ces machines ou ces cellules plutôt que de la transformer en gaz puis à nouveau en électricité.

Stockage du dihydrogène

Il s'agit ici d'une étape importante qui conditionne l'usage du dihydrogène en matière de mobilité. Plusieurs techniques sont développées ou en cours :

- La compression jusqu'à 700 bars, pression à laquelle correspond une masse volumique de 42 kg/m^3 .

⁹ L'ingénieur centralien et thermodynamicien André Chapelon (1892-1978) reprit en 1932 les calculs puis modifia complètement le circuit de distribution vapeur d'une locomotive de type 231 construite en 1929 ce qui améliora considérablement les performances de la machine, soit : puissance doublée, consommation de charbon en baisse de 25 %, idem pour l'eau, introduction du moteur compound, etc. Cette modification fut ultérieurement largement appliquée avec succès sur différentes séries de locomotives, générant de substantielles économies financières. Toutefois, l'Histoire a oublié ce grand ingénieur, par ailleurs modeste de sa personne.

- La cryogénie qui consiste à rendre le dihydrogène liquide à partir de -253.8 °C.
- L'utilisation d'une matrice dans laquelle le gaz va se dissoudre, telle faisant appel à des hydrures métalliques mais ceci réclame une température de l'ordre de 80°C.
- D'autres solutions sont en cours d'études comme certains liquides organiques.

Dihydrogène et mobilité

On pourrait envisager d'utiliser ce gaz au niveau du transport routier ou par train. A ce sujet, une compagnie ferroviaire allemande avait envisagé cette solution associée à une pile à combustible pour la production d'électricité. Toutefois, cette solution aurait été abandonnée par suite du coût d'exploitation d'une telle rame.

D'une manière générale en matière de mobilité, se pose la difficulté du stockage en bouteilles ce qui nécessite une compression voisine de 350 bars. A cette pression, la masse volumique atteint 23.9 kg/m³ mais le PCS du dihydrogène n'est que de 3050 mth/Nm³.¹⁰

Toutefois, il est aisé de constater combien ces différentes solutions nécessitent des techniques très élaborées et à nouveau consommatrices d'énergie.

Enfin, ce gaz présente aussi un pouvoir osmotique élevé.¹¹ Il est évident que des capacités souterraines comme utilisées avec le gaz méthane, a priori apparaissent bien peu envisageables car une fuite pourrait s'avérer dévastatrice, ceci d'autant que la flamme est peu visible (Absence de carbone).

Exploitation in situ

Toutefois, dans la mesure où la source naturelle (Dihydrogène BLANC) pourrait répondre d'une exploitation pérenne et à bas coût de production, la combustion à courte distance du dihydrogène dans une Turbine A Gaz (TAG) pourrait éventuellement s'envisager.

En effet, les TAG actuelles de grande puissance (600 MW) alimentées en gaz naturel (CH₄) affichent un rendement voisin de 62 %. Accouplées à un alternateur puis débitant sur un transformateur moyenne/très haute tension (MT/THT), on obtient un rendement final intéressant associé à un moyen fiable de transport de l'électricité produite, lequel serait alors le suivant :

$$\text{TAG } 0.62 \times \text{Alternateur } 0.95 \times \text{Transformateur HT } 0.95 \approx \eta 0.56 \text{ (56 \%)}.$$

Partant de là, il devient également possible d'envisager d'utiliser les calories de l'échappement turbine pour alimenter une chaudière à vapeur, comme dans une centrale thermique classique. Cette vapeur HT et HP alimentant un Groupe Turbo-Alternateur (GTA) pour lequel il est possible d'avancer un rendement **d'environ 40 %**.

Inutile dans ce cas de prévoir une cheminée au niveau du générateur de vapeur puisque l'échappement de l'étage basse pression de la TAG est constitué de la vapeur d'eau qui va se condenser. Il est même envisageable d'utiliser ce condensat pour le renvoyer directement au générateur de vapeur. Ainsi, le rendement final d'une telle installation serait voisin de 75 %, valeur particulièrement intéressante, même pour de plus petites installations.

Pour mémoire, le rendement d'une centrale thermique à gaz naturel ne dépasse pas 46 %.

Application aux pays producteurs de gaz et de pétrole

Pour ces pays dont particulièrement au Sahel, une telle solution est évidemment intéressante, ceci d'autant plus qu'une TAG alimentée en dihydrogène (Dans le cas d'une source naturelle) comme en gaz naturel (CH₄) présenterait une longue durée de vie comme pour la chaudière.

¹⁰ PCS : Pouvoir Calorifique Supérieur car tenant compte des calories de l'eau de condensation. Nm³ correspond à une pression atmosphérique de 1013 hPa et 15 °C et mth est la dénomination de l'ancienne kcal.

¹¹ Capacité de passer à travers des parois

De même, en cas d'utilisation de fuel léger pour une TAC (Turbine A Combustion) le rendement global serait très peu inférieur. Quant aux gaz d'échappement, sous réserve d'un investissement financier complémentaire, il est parfaitement possible de les traiter vers 80 % de l'émission de GES, sinon plus pour certains composants.

CONCLUSION

Quelle que soit la solution retenue, la question qui se pose alors concerne la justification de brûler un gaz noble comme le dihydrogène dans une installation thermique pour produire de l'électricité, quelle qu'en soit la nature, sauf à ce qu'il se renouvelle d'une manière naturelle et abondante, situation qui n'est toutefois pas à exclure suivant certaines récentes estimations, néanmoins à sérieusement vérifier...

☞ Enfin, le rapport entre le PCS du dihydrogène (H_2) et celui du méthane (CH_4) est de 2.8. La question qui se pose immédiatement conduit à la justification de toute la chaîne logistique pour produire du dihydrogène dont la consommation d'énergie et le transporter comme le stocker alors que pour produire une même quantité d'énergie, la consommation de gaz naturel est près de trois fois moins importante.

LA PILE A COMBUSTIBLE

Autre serpent du Loch Ness qui revient régulièrement mais qui souffre plus ou moins des mêmes difficultés, la pile à combustible n'est pourtant pas une invention nouvelle puisque son principe découvert en Grande Bretagne date de 1839.¹²

Inverse du fonctionnement de l'électrolyseur, celui-ci consiste à faire recombiner hydrogène et oxygène à travers une membrane microporeuse (par exemple) et ainsi à récupérer l'énergie électrique produite. Son rendement se situe entre 50 et 65 % au mieux, le reste étant évacué en chaleur.

Dans la vie courante, la pile à combustible trouve de nombreuses applications allant même jusqu'à s'introduire dans le domaine des loisirs (caravaning, etc.).

Cependant, dans la mesure où le dihydrogène ne serait pas directement utilisé, il s'agirait alors d'un produit initial comme le gaz naturel ou d'un autre dont la molécule serait riche en cet atome. Quant à l'oxygène, il convient de l'extraire de l'air atmosphérique qui en contient 20.7 % en volume, solution pratique et courante mais quelle que soit la méthode ce n'est pas non plus gratuit en énergie consommée. Pour finir, on retombe sensiblement dans le cas précédent qui nécessite plusieurs étapes de transformation comme de transport avant utilisation du produit final puis lorsque l'on multiplie les rendements de chaque étape, le résultat du calcul n'est guère encourageant par rapport à un moteur thermique moderne alimenté en gaz naturel ou à gazole type HDI ou similaire.

Ainsi, sans entrer dans les détails, réduisant cela au simple mode de propulsion, on arrive à ce qui suit :

Rendement (moyen) de la pile à combustible : 0.60 (au mieux dans la réalité).

Rendement des batteries intermédiaires : 0.90

Rendement du ou des moteurs électriques de propulsion : 0.95

¹² Pour trouver l'origine de la pile à combustible, il convient de remonter à 1806, année durant laquelle le physicien anglais Sir Humphry Davy met en évidence l'électrolyse de l'eau donnant le l'oxygène et de l'hydrogène. Ensuite, il faudra attendre 1839 pour qu'un scientifique suisse, Christian Friedrich Schönbein constate un courant inverse induit par la recombinaison des deux gaz.

Néanmoins, la véritable expérience ne verra le jour qu'en 1845 lorsque le chimiste anglais Sir William Robert Grove en coopération avec Schönbein réalisera ce que l'on peut considérer comme la première pile à combustible hydrogène-oxygène. Rien de nouveau sous le soleil !

Rendement final η : $0.60 \times 0.90 \times 0.95 \approx 0.51$, valeur séduisante mais en passant sous silence tout ce qui précède, tant pour ce qui concerne la production, la compression comme le transport du dihydrogène ou du gaz naturel et naturellement sans oublier à peu près la même chose pour l'obtention de l'oxygène et là, évidemment tout change.

De l'engouement actuel

Il faut donc chercher ailleurs la raison de cet engouement pour le dihydrogène et la pile à combustible qui ne répondent alors essentiellement que d'un besoin ou d'une nécessité essentiellement locale, c'est-à-dire effectivement d'un meilleur respect de l'environnement (agglomérations, zones protégées, zones polluées, etc.). Néanmoins, il ne faudrait pas oublier que ceci s'avère au détriment du rendement final et des inconvénients, lesquels évidemment se trouvent rejetés ailleurs ce qui n'est souvent pas dit...

Une fois de plus, lorsque l'on intègre toute la chaîne de fabrication, il n'y a aucun miracle !.. Ensuite, dans une époque où tout est sensé à terme devenir vert, renouvelable, éco-responsable comme écolo quelque chose... Les "*affaires*", mot pris au sens large, priment souvent sur le raisonnable comme sur le scientifique et donc sur la réalité. Ceci d'autant que la grande majorité des consommateurs s'avère généralement incapable de porter un jugement pertinent sur tel ou tel choix technologie, ce que l'on peut comprendre.

Il suffit alors de lui raconter une belle histoire que les médias vont colporter pour que celle-ci soit prise pour argent comptant ce que malheureusement l'on retrouve en différents domaines.

C'est par exemple le cas en matière d'énergie éolienne, voire photovoltaïque, deux technologies particulièrement onéreuses pour ne produire que pas grand-chose, naturellement sans aborder l'aspect écologique qu'il vaut mieux oublier¹³.

A cela s'ajoute la bonne foi comme le grand cœur de chacun pour tout ce qui peut "*sauver la planète*", un sujet assez élastique et à géométrie variable pour lequel il n'est pas trop difficile de convaincre chacun mais sans aborder un autre sujet plus obscur, à savoir : "*les affaires sont souvent les affaires !..*"

DE FUTURES CONFLITS ?..

Contrairement à ce que l'on imagine, il semblerait que le dihydrogène natif, c'est-à-dire provenant directement du sol, ne soit pas une denrée rare et que la croûte terrestre en soit relativement bien pourvue, même à faible profondeur.

Il s'agit ici d'un important sujet qui fait actuellement l'objet de recherches car l'enjeu tant économique qu'écologique serait évidemment de taille. On trouve sur internet diverses informations qu'il faut évidemment prendre avec prudence mais néanmoins l'affaire mérite que l'on s'y intéresse.

Cependant, dans la mesure où l'avenir montrerait un intérêt certain pour une telle exploitation, compte tenu de l'expérience vécue avec le gaz naturel et le pétrole, comme d'ailleurs avec toutes autres richesses minérales, on peut à nouveau s'inquiéter pour l'avenir des pays classés comme pauvres ou en voie de développement, lesquels, vus de l'Occident, voire d'ailleurs, seraient alors bien inspirés de le rester sous peine "*d'interventions démocratiques*" ou autres raisons mais toujours pour leur bonheur futur.

¹³ Pour mémoire en France en 2023, soit 4.3 % et 7.7 % = 11.7 % du parc énergétique français ce qui représente respectivement pour le photovoltaïque et l'éolien : 19 900 + 20 900 = 39 900 MW installés, soit 65 % de la puissance électronucléaire avec 61 000 MW mais qui fournit environ 70 % du mix énergétique.

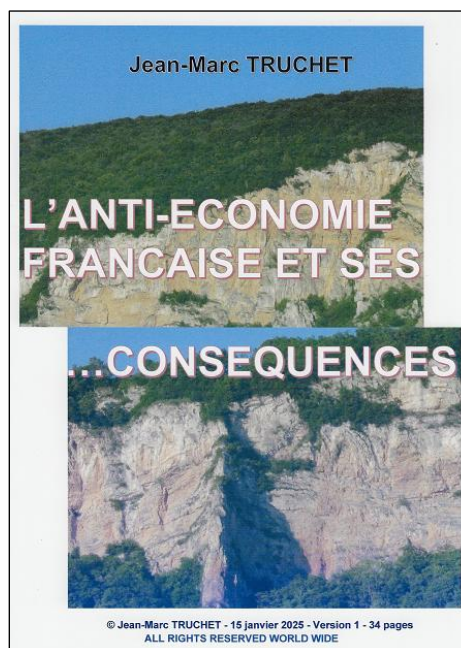
Du même auteur :

- **ENERGIE ELECTRONUCLEAIRE ET TRANSITION ENERGETIQUE**
- **ENERGIES RENOUVELABLES... VRAI PROGRES OU AUTRE CHOSE ?..**

En particulier, si l'on en juge seulement pour le Sahel qui contient déjà de l'or, des pierres précieuses et autres minerais en quantités importantes sans oublier du pétrole (Niger), si maintenant on ajoute du dihydrogène natif, on peut penser que les mouvements considérés comme terroristes que l'Occident combattrait pourtant énergiquement depuis déjà longtemps, ont de l'avenir devant eux. Sans naturellement oublier les migrations de populations que cela entraîne, libérant ainsi de grands espaces mais en surchargeant d'autres où la misère et les maladies ne peuvent que régner à l'état endémique, y compris pour le reste de la planète... Quant à la guerre menée par l'Occident contre la Russie par Ukraine interposée, il ne faudrait surtout pas oublier les nombreux discours faisant état, après "la victoire de l'Occident" du démembrement de l'ancien empire des Tsars. En terme plus clairs, compte tenu des immenses richesses du pays, cela revient tout simplement à le piller comme en Syrie, en Irak, en Lybie, en Afrique, etc. pour assurer la pérennité de ce même Occident. Toutefois, il apparaît à ce jour que les auteurs de cette troisième croisade se sont manifestement trompés d'adresse et qu'un ours n'est pas un animal nécessairement coopératif...

DOCUMENTATION PERTINENTE (Etudes du même auteur)

- ENERGIES RENOUVELABLES... VRAI PROGRES OU AUTRE CHOSE ?..
- REHABILITONS LE TRAIN AUTONOME SUR PNEUMATIQUES.
- QUEL AVENIR POUR LA VOITURE ELECTRIQUE EN France ET EN EUROPE.
- ENERGIE ELECTRONUCLEAIRE ET TRANSITION ENERGETIQUE.
- L'ANTI-ECONOME FRANCAISE



TOUS LES LIVRES ET TOUTES LES ETUDES DE L'AUTEUR SONT EN LIBRE ACCES DEPUIS LE SITE INTERNET : www.laplumedutemps.com

© Jean-Marc TRUCHET
15 janvier 2025