

# Le cynisme honteux de l'hydrogène japonais par Frédéric Livet, Physicien, "sauvons le climat"

## La situation

Le Japon est un pays qui a vu ses émissions de CO2 augmenter significativement suite à l'accident nucléaire de Fukushima. Si on peut comprendre à la fois l'anxiété des populations et le temps nécessaire à se pays d'établir des normes de sécurité plus sérieuses, il n'en reste pas moins que la puissance nucléaire a été brusquement diminuée. Cela a abouti à une augmentation significative des émissions de CO2 et des importations de combustibles fossiles, comme montré sur les figures 1 et 2 (on trouve des détails dans un papier que j'ai publié en 2015 à partir des statistiques des producteurs d'électricité<sup>1</sup>).

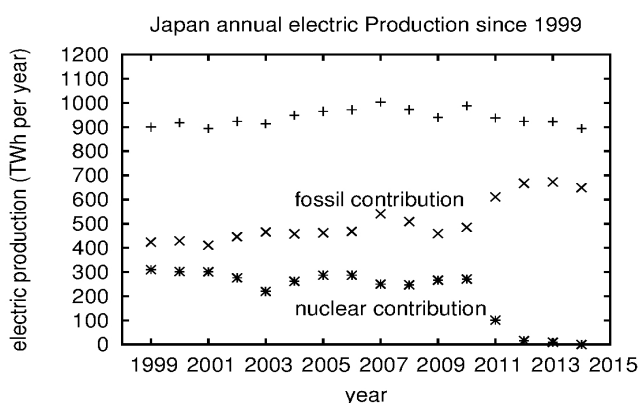


Fig. 1 Production électrique et ventilation nucléaire/fossiles

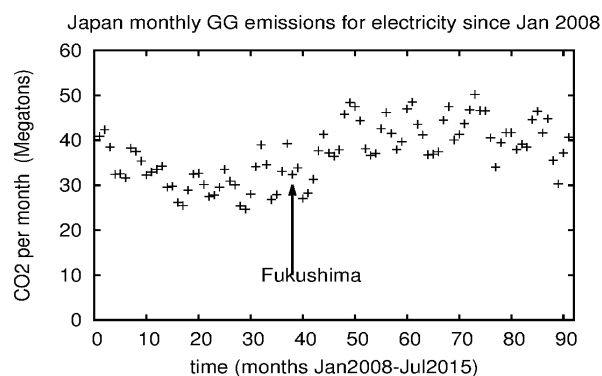


Fig. 2-Augmentation des émissions de CO2 suite à l'arrêt des réacteurs

Le Japon a redémarré quelques réacteurs (8 au 15 Mai 2018), mais il dispose de peu de moyens de produire de l'électricité décarbonée: les ressources "renouvelables" sont fortement dépendantes de la surface et du relief du pays, et avec 2 fois la population française dans 2/3 de la surface de la France, et une consommation électrique double de celle de la France, il lui est sans doute difficile de compter sur des éoliennes ou du solaire qui en outre sont intermittents. Le Japon a donc dû augmenter ses importations (gaz+pétrole+charbon, Fig. 2) .

## L'hydrogène comme remplacement?

La solution privilégiée par le premier ministre Abe est de développer l'usage de l'hydrogène. Cela nécessite un gros programme pour mettre en place une "économie de l'hydrogène" que je détaille pas.

Compte tenu des conditions de l'archipel nippon, celui-ci se prépare à des importations massives de ce vecteur énergétique. Le Japon est déjà gros importateur de gaz naturel liquéfié et il a l'intention d'importer de l'hydrogène sous la même forme, avec des navires spécialement dédiés. Ce projet ressemble donc au projet "desertec" initié par les industriels allemands et abandonné depuis, qui comptaient importer par gazoduc de l'hydrogène généré par le solaire de l'Afrique du Nord et du M. Orient.

1-<https://www.sauvonsleclimat.org/fr/presentation/etudes-scientifiques/2573-leffet-de-laccident-du-fukushima-sur-la-production-et-la-consommation-deelectricite-du-japon>

Une collaboration exemplaire a donc été installée entre le Japon et l'Australie pour importer de ce pays de l'hydrogène liquide. On montre (figure 3) un navire typique de ce projet, porté au Japon par la société Kawasaki Heavy Industries en collaboration avec trois autres.

Il convient à cet usage de développer un bâtiment spécifique capable d'avoir des pertes thermiques faibles à la très basse température de l'hydrogène liquide (autour de  $-250^{\circ}\text{C}$ , 20Kelvin). C'est un exploit industriel, tout à fait dans les capacités techniques du Japon, mais que l'on imagine coûteux. Le navire en construction est capable de transporter  $2500\text{M}^3$  d'hydrogène, et est considéré comme une



première expérience. Il entrerait en service en 2019 pour commencer l'exportation de  $\text{H}_2$  depuis l'Australie, avant le développement en grand de ce projet sur 10 ans.

Ce type de navire est aussi prévu dans beaucoup de schémas hydrogène. Habituellement, il s'accompagne de déclarations vertueuses sur l'"hydrogène renouvelable". Ici, le projet se met en place, et on peut donc faire une analyse de ce que cache cette vertu dont on pare la "civilisation hydrogène". Car pour faire de l'hydrogène, on a besoin d'une source d'énergie pas trop chère, et les renouvelables peuvent vite s'avérer coûteux..

### L'hydrogène obtenu avec du lignite!

L'entreprise Kawasaki qui a commencé le développement du navire nécessaire à ce transport et à gérer la liquéfaction/déliquéfaction s'est adressée à l'Australie pour s'approvisionner: ils entendent produire de l'hydrogène à partir de lignite<sup>2</sup>!

Le projet cité se base sur un premier investissement de  $500\text{M}\$$ Aus, dont  $100\text{M}\$$ Aus du gouvernement australien, et il va exploiter le lignite de Latrobe Valley dans l'état de Victoria. Le but est de gazéifier le lignite, de produire de l'hydrogène et de liquéfier cet hydrogène pour le transporter. La construction du pilote démarrera l'an prochain et on espère que cela créera 400 emplois en Australie. Un soutien fort de ce projet est apporté par le premier ministre australien Turnbull.

Le lignite est un charbon de mauvaise qualité, qui sert à produire un bon tiers de l'électricité allemande. Comme il contient beaucoup d'eau et que sa concentration en carbone est plus basse, il a un assez mauvais rendement, il est trop cher à transporter et les Allemands le brûlent aussitôt extrait dans des centrales, comme aux alentours de la mine de Gartzweiler<sup>3</sup>. Dans le cas de l'Australie, qui a de grandes ressources de lignite dans cette région (Gippsland Basin), il s'agit de transformer sur place leur lignite de mauvaise qualité en un produit à haute valeur, l'hydrogène, qui, utilisé au Japon permettra à ce pays de jouer les vertueux en matière de climat et de pollution...

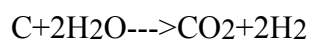
### Quelles émissions de $\text{CO}_2$ ?

Pour le  $\text{CO}_2$ , qui est un problème mondial, on ne peut séparer les émissions australiennes de celles du Japon, et il convient de discuter des émissions globales que va induire cette production. On est obligé de faire de la Physique.

La réaction de base, simplifiée, est:

<sup>2</sup> <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/04/12/business/consortium-import-australian-hydrogen-japan/#.WvtH-ke4bIo>

<sup>3</sup> voir: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Gartzweiler>



Donc le carbone est transformé en CO<sub>2</sub> et on obtient de l'hydrogène. Pour un kilo d'hydrogène, qui stocke à peu près 33KWh d'énergie thermique, il faut apparemment 3 kg de Carbone (C). Cette réaction est endothermique: Pour 2 moles de H<sub>2</sub> (488KJ) on a une mole de CO<sub>2</sub>(400KJ). Cela veut dire qu'il est nécessaire de brûler 22% en plus de charbon. Compte tenu de la mauvaise qualité du charbon et de la nécessité de monter la température des composants pour avoir une cinétique de réaction raisonnable, il faut au moins 4.5Kg de C pour obtenir un kilo de H<sub>2</sub>. Cela veut dire aussi  $4.5 \times 44 / 12 = 16.5$  Kg de CO<sub>2</sub> pour un kilo de H<sub>2</sub>.

Ensuite, le programme prévoit de liquéfier l'hydrogène, ce qui est cause d'une perte autour de 35% avec les meilleurs liquéficateurs actuels (ça peut être amélioré). Il faudra alimenter les liquéficateurs à l'électricité, elle même obtenue sans doute à partir du charbon: si on estime que cette production d'électricité émettra 1Kg de CO<sub>2</sub> par KWh, comme il faut pour liquéfier un kg de H<sub>2</sub> à peu près 12KWh, cela rajoute 12 Kg de CO<sub>2</sub> à cause de la liquéfaction.

Puis, en négligeant les pertes par évaporation au cours du transport et les émissions du navire transporteur, l'hydrogène pourra être transformé en électricité. Un kg de H<sub>2</sub>, avec les problèmes de rendements produira ~15-20KWh d'électricité. Une très bonne pile à combustible donnera 17.KWh. Au résultat, un Kg de H<sub>2</sub> aura émis 28Kg de CO<sub>2</sub> pour une production d'électricité de 17KWh.

On aura donc des émissions de CO<sub>2</sub> autour de 1600Kg de CO<sub>2</sub> pour un MWh. C'est presque le double d'une centrale au charbon de bonne qualité! Le Japon se sera donné une apparence verte au prix de très fortes émissions au niveau de l'Australie! Evidemment, il est annoncé que le CO<sub>2</sub> serait stocké (technique dite CCS), mais il n'y a de par le monde AUCUNE installation qui stocke des quantités industrielles de CO<sub>2</sub>, et tous les projets d'envergure semblent abandonnés, à la fois en raison des surcoûts qu'ils induisent, de la chute de rendement thermodynamique qu'ils induisent et de la difficulté à trouver un stockage souterrain acceptable.

## En conclusion

Au vu de ce calcul, on peut penser que cette voie ne se développera pas. Mais l'examen un peu détaillé des nombreux projets hydrogène (tels que développés dans les contributions à la PPE sur le site de la CNDP) montre que ces projets sont portés par des gaziers, et qu'en fait le caractère "renouvelable" de leur projet est une composante mineure de leur "business". Le prix de revient de l'hydrogène ainsi obtenu n'est jamais discuté, mais on peut penser qu'un vrai développement avec CCS et transport par navire "cryogénique" donnera des prix bien supérieurs à 5€/Kg, comme cela sera le cas si on travaille avec l'électrolyse, alors que les objectifs japonais sont d'abaisser le prix vers les 20Yens/Nm<sup>3</sup>, soit à peu près 1.5€/Kg. Notons que ce prix peut néanmoins être atteint en synthétisant l'hydrogène avec du méthane, et cela semble être dans un premier temps le moyen principal pour les structures qui se mettent en place pour se procurer de l'hydrogène.

Le Japon est face à des choix difficiles: après Fukushima, la population, malgré les leçons qui en ont été tirées en matière de sûreté, est réticente au redémarrage des réacteurs. Par ailleurs, comme le Japon est le seul pays industrialisé qui ait connu une significative augmentation de ses émissions de CO<sub>2</sub> sur ces dix dernières années, le gouvernement a prévu à la COP21 que le nucléaire interviendrait pour 20% de sa production électrique, soient 25-30 réacteurs, alors que seuls 8 ont redémarré. On voit mal cet archipel très peuplé s'alimenter uniquement avec des renouvelables autochtones. Cela explique peut-être l'enthousiasme de Abe pour l'hydrogène, mais l'objectif de production de l'hydrogène semble être tout sauf décarboné...

