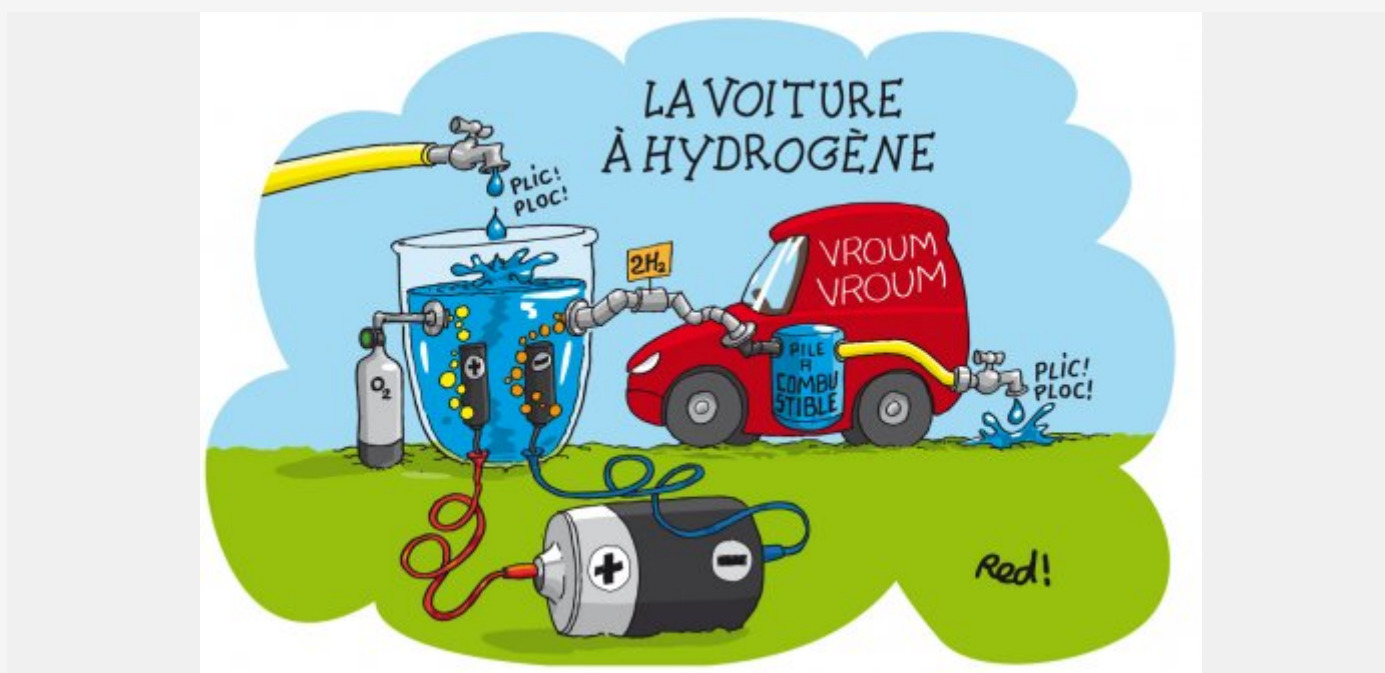


L'hydrogène, trop gourmand en énergie pour être écologique

1er février 2021 / Celia Izoard (Reporterre)



ENQUÊTE 1/3 — Les plans de relance gouvernemental et européen font la part belle à l'hydrogène, qui serait l'énergie « verte » de l'avenir. Pourtant, la production de ce gaz pose de nombreux défis écologiques et l'enjeu de cette conversion paraît davantage économique que climatique.

Cet article est le premier d'une enquête en trois volets consacrée à l'hydrogène.

En décembre dernier, une nouvelle publicité est apparue dans nos journaux. Entreprise en pointe du stockage de carburant, **Plastic Omnium y montrait un verre d'eau**, avec ce message : « *Voilà tout ce qu'on rejette en roulant à l'hydrogène.* » Un carburant fantastique qui ne rejette que de l'eau, voici la promesse qui accompagne le lancement de plans hydrogène dans le monde entier. Demain, selon ce discours, les camions, les avions et les trains rouleront à l'hydrogène, les usines tourneront à l'hydrogène, la pollution et les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) chuteront et la catastrophe climatique sera évitée. En France, le gouvernement a promis de dépenser plus de sept milliards d'euros sur dix ans pour développer ce nouveau vecteur d'énergie. Et pour piloter cette grande transformation, il vient de créer un Conseil national de l'hydrogène, rassemblant une palette de patrons d'entreprises aujourd'hui peu connues pour leur engagement contre le réchauffement climatique : Total, Air Liquide, Engie, Airbus, KemOne, ArcelorMittal, Faureci [1].

Revenons à notre verre d'eau. Il est question d'un véhicule dont le réservoir stocke de l'hydrogène [2], gaz qui est soit utilisé comme carburant d'un moteur à combustion interne, soit pour alimenter une pile à combustible faisant fonctionner un moteur électrique. Le pot d'échappement rejette de la vapeur d'eau et non des particules nocives et du CO₂ issus de la combustion des dérivés pétroliers. En revanche, que les véhicules soient thermiques ou électriques, à hydrogène ou pas, près de la moitié (environ 46%) des particules fines qu'ils émettent résulte de l'abrasion des freins, des pneus et des revêtements routiers, car aucun véhicule ne rejette « *que de l'eau* » [3].

L'hydrogène est dit « vert » quand cette électricité est issue de sources renouvelables

Mais la question essentielle est : d'où vient l'hydrogène qui fait rouler ce véhicule ? L'hydrogène est, sous sa forme gazeuse, très peu présent à l'état naturel. Cette rareté fait que la totalité de l'hydrogène (H_2) utilisé est produite industriellement selon divers procédés. Aujourd'hui, plus de 95 % de l'hydrogène produit dans le monde est issu du méthane, du pétrole ou du charbon [4], par des procédés très polluants [5], notamment en matière d'émissions de gaz à effet de serre. Le message de la publicité de Plastic Omnium est donc mensonger : même en oubliant les particules émises par le véhicule hors pot d'échappement, la production de l'hydrogène qui le fait rouler rejette beaucoup de CO_2 . Enfin, pour l'instant, espèrent les partisans de cette source d'énergie, car tout l'enjeu des plans hydrogène est de « *décarboner* » cette production à l'horizon 2030 ou 2050.

Comment faire ? C'est là qu'intervient un autre procédé de production de l'hydrogène, connu depuis plus d'un siècle : l'électrolyse de l'eau, qui, grâce à un courant électrique, permet de décomposer l'eau (H_2O) en oxygène (d'un point de vue chimique, du dioxygène, O_2) et en hydrogène (d'un point de vue chimique, du dihydrogène H_2). Mais, si le principe est simple, il demande 1. une production en série de gigantesques électrolyseurs, eux-mêmes grands consommateurs de métaux ou de produits toxiques [6] ; 2. des quantités d'électricité considérables pour l'électrolyse elle-même.

L'hydrogène est dit « *vert* » quand cette électricité est issue de sources renouvelables, et « *jaune* » quand elle provient des réacteurs nucléaires, peu émetteurs de CO_2 [7]. Il existe aussi un hydrogène « *bleu* » qui, lui, n'est pas produit par électrolyse, mais reformage de gaz fossile dont on tente ensuite de capturer les émissions de carbone. Pour achever de brouiller les pistes dans ce labyrinthe énergétique, il est aussi question d'hydrogène « *propre* », « *zéro émission* » ou « *décarboné* ». C'est clair comme un verre d'eau... polluée.

Faire rouler d'ici 2030 cent mille camions à l'hydrogène décarboné

Dans le cadre de sa « *stratégie de l'hydrogène pour une Europe climatiquement neutre* », présentée en juillet 2020, l'Union européenne a validé l'objectif des industriels du secteur, qui est de faire rouler d'ici 2030 cent mille camions à l'hydrogène décarboné. Car le système du véhicule électrique avec batteries ne convient pas aux mobilités lourdes, sauf à embarquer des batteries excessivement pesantes. Le plan est donc de faire rouler à l'hydrogène les transports longue distance : frets routier, maritime, aérien. Notons que cet objectif de cent mille camions est très modeste au regard des trois millions de camions qui parcourent l'Europe.

À la demande de *Reporterre*, une équipe de chercheurs de l'Atelier d'écologie politique a calculé combien d'électricité serait nécessaire pour faire rouler les camions grâce à de l'hydrogène produit par électrolyse avec de l'électricité non fossile [8]. Résultat : pour alimenter cent mille camions de plus de seize tonnes parcourant une moyenne de 160.000 km/an, il faudrait 92,4 TWh/an (térawattheures par an), soit quinze réacteurs nucléaires ou 910 km² de panneaux solaires. Et si on cherchait à remplacer la totalité du parc de poids lourds en faisant rouler trois millions de camions à l'hydrogène, il faudrait alors 2.772 TWh/an, soit 427 réacteurs nucléaires ou 27.200 km² de panneaux solaires, c'est-à-dire deux fois la taille de l'Île-de-France !

Pour faire rouler les camions à l'hydrogène, la note d'électricité sera très salée pour l'Europe

Pour produire l'électricité nécessaire pour faire rouler 100.000 camions à l'hydrogène, il faudrait l'équivalent de :



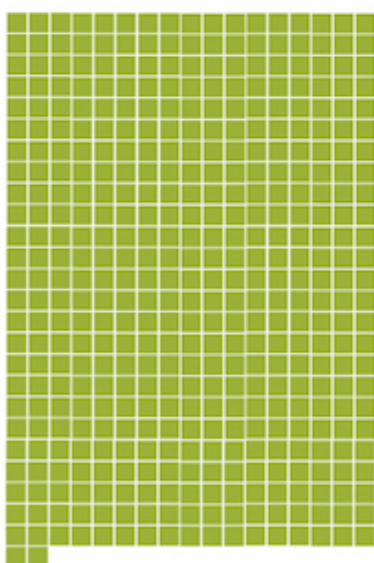
15 réacteurs nucléaires

OU



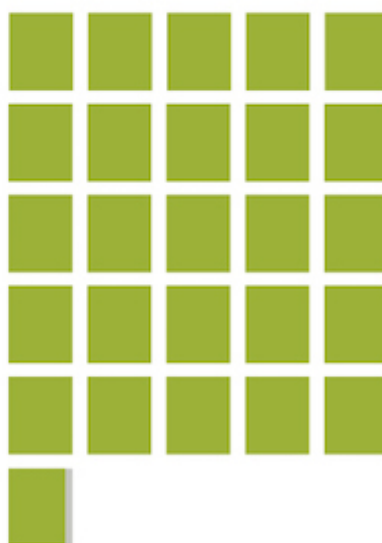
Plus de 8 fois la surface de Paris recouverte de panneaux photovoltaïques

Pour produire l'électricité nécessaire pour faire rouler la totalité du parc européen, soit 3 millions de camions à l'hydrogène, il faudrait l'équivalent de :



427 réacteurs nucléaires

OU



Plus de 25 fois la surface de Paris recouverte de panneaux photovoltaïques

Note : il y a actuellement 58 réacteurs nucléaires dans 18 centrales en France selon l'IRSN
Source : Atecopol, atelier d'écologie politique

Reporterre
le quotidien de l'écologie

Mais le plan hydrogène du gouvernement, [présenté le 8 septembre 2020](#), comme celui de l'Union européenne, vise en premier lieu, pour réduire les émissions de CO₂, à décarboner la production d'hydrogène déjà utilisée par l'industrie lourde.

Il faudrait 33 km² de panneaux photovoltaïques, soit 4.622 terrains de football — pour une seule usine

La France consomme aujourd'hui chaque année près de 900.000 tonnes d'hydrogène, en grande partie de l'hydrogène carboné, qui engendre de l'ordre de 9 millions de tonnes de CO₂ par an. Le gaz est quasi exclusivement utilisé pour le raffinage des produits pétroliers, la production d'ammoniac (engrais azotés) ou encore celle du méthanol destiné à la production de plastiques. Il s'agit donc d'avoir recours à un hydrogène « décarboné » destiné à l'industrie lourde. Prenons, par exemple, l'usine d'engrais azotés Boréal Grand-Quevilly, en banlieue de Rouen (Seine-Maritime), à deux pas de l'usine Lubrizol : elle produit 400.000 tonnes d'ammoniac (NH₃) par an à partir d'hydrogène. Selon l'Atelier d'écologie politique, pour alimenter cette production en hydrogène produit par électrolyse à partir d'électricité renouvelable, il faudrait 33 km² de panneaux photovoltaïques, soit 4.622 terrains de football — pour une seule usine ! Comment trouver de telles surfaces sans englober des terres arables et des forêts ?

Justement, en Gironde, Engie et Neoen s'appêtent à raser 1.000 hectares de pins maritimes pour implanter un complexe photovoltaïque et un site de production d'hydrogène. S'il voit le jour, ce complexe sera l'un des plus grands sites photovoltaïques d'Europe ; il représente pourtant moins d'un tiers de ce qu'il faudrait pour décarboner l'usine Boréal Grand-Quevilly.

Dernier exercice de mathématique : combien d'électricité faudrait-il pour remplir un seul des objectifs de la stratégie européenne à l'horizon 2030, celui consistant à remplacer l'hydrogène fossile actuellement consommé par l'industrie européenne (pétrochimie et engrais) par de l'hydrogène issu de l'électrolyse à partir d'électricité renouvelable ? Là encore, les chercheurs de l'Atelier d'écologie politique ont fourni quelques ordres de grandeur. En tenant compte des pertes liées à la compression et au transport, il faudrait

558 TWh d'électricité : l'équivalent de 86 réacteurs nucléaires ou 5.500 km² d'éoliennes ou 5.470 km² de panneaux photovoltaïques, soit la superficie du département de l'Ardèche. Quant à l'ambition pour 2050, qui est de produire 2.250 TWh/an d'hydrogène par électrolyse, elle nécessite simplement de multiplier par sept ce qu'on vient d'énoncer.

« Créer un marché de 130 milliards d'euros à l'horizon 2030, et de 820 milliards à l'horizon 2050 »

Thierry Lepercq, auteur de *Hydrogène, le nouveau pétrole* (Cherche Midi, 2019) et conseiller des grands groupes gaziers, envisage cette croissance fulgurante de la consommation d'électricité avec une certaine désinvolture : « Pour remplacer les combustibles fossiles en Europe, il nous faudrait 15.000 TWh/an [soit cinq fois la consommation actuelle de l'UE, autour de 3.331 TWh/an en 2017-2018]. On peut le faire, à condition que ce soit "bankable". » En clair, à condition que les pouvoirs publics subventionnent l'hydrogène « vert », dont le coût de production est aujourd'hui trois fois supérieur à l'hydrogène « gris » ou « noir », celui issu du gaz, du pétrole ou du charbon. Philippe Boucly, président de France Hydrogène [9] et ex-directeur de GRT Gaz, admet lui aussi le problème auprès de *Reporterre*, sans pour autant l'endosser : « Les politiques n'ont pas conscience des quantités d'électricité à produire pour remplacer les énergies fossiles. Je vous l'accorde, c'est monstrueux. » France Hydrogène, l'association de promotion de l'hydrogène qui regroupe notamment Total, Areva, Air Liquide, Engie, Arkema et les leaders du stockage de carburant Faurecia et Plastic Omnium, est pourtant largement à l'origine du plan gouvernemental. À l'image de l'ensemble des plans hydrogène actuellement déclinés sur la planète, dont l'impulsion découle du **sommet Hydrogen Council, qui a réuni à Davos**, en janvier 2017, treize PDG d'entreprises telles que Air Liquide, Alstom, Anglo American, BMW Group, Daimler, ENGIE, Honda, Hyundai, Kawasaki, Royal Dutch Shell, The Linde Group, Total et Toyota.

C'est probablement la raison pour laquelle, dans aucun des plans hydrogène actuellement lancés par les pouvoirs publics ne figure l'idée de réduire la production pétrochimique ou

le volume des transports pour faire décroître les émissions de CO₂. L'enjeu semble plutôt, comme l'écrit le FCH-JU, un partenariat public privé missionné par la Commission européenne pour son plan hydrogène, de « *créer pour les compagnies pétrolières, gazières et pour les équipementiers un marché de 130 milliards d'euros à l'horizon 2030, et de 820 milliards à l'horizon 2050* » [10]. Des préoccupations davantage économiques qu'écologiques.

[1] La [composition de ce conseil est disponible ici](#).

[2] Le gaz hydrogène, ou hydrogène dans le langage courant, est chimiquement du dihydrogène, de formule H₂. Dans cet article, « *hydrogène* » signifie « *dihydrogène* » (H₂).

[3] Selon la Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2023 2024-2028, Ministère de la transition écologique, p. 323. Qui cite « *Évaluation prospective de la qualité de l'air à l'horizon 2020 en Île-de-France* », Airparif, septembre 2017.

[4] Les hydrocarbures sont issus de la combinaison d'atomes de carbone et d'hydrogène. Ainsi, le méthane (CH₄), constituant principal du gaz naturel.

[5] [Reformage du méthane, oxydation partielle du pétrole, gazéification du charbon](#).

[6] Par exemple de la potasse caustique pour la technologie alcaline, la plus courante ; du platine et de l'iridium pour la technologie PEM à membrane polymère.

[7] Selon [Wikipedia](#), « *le terme "hydrogène vert" ou "hydrogène propre" désigne le dihydrogène produit à partir d'énergie renouvelable par le processus d'électrolyse. On le distingue de "l'hydrogène gris", produit à partir par vaporeformage du méthane, de*

“l’hydrogène noir”, *produit à partir de source fossile ou d’électricité en découlant ou encore de “l’hydrogène jaune”, produit à partir d’énergie nucléaire* ».

[8] Tous les calculs réalisés par l’Atécopol pour *Reporterre* sont détaillés [dans ce document](#). L’Atécopol a par ailleurs réalisé une étude sur l’avion à hydrogène, parue dans la revue *Terrestres* : « *Avion à hydrogène : quelques éléments de désenfumage* », septembre 2020.

[9] L’[Association française pour l’hydrogène et les piles à combustibles \(Afhypac\)](#) est devenue [France Hydrogène](#) le 7 octobre 2020.

[10] Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, *Hydrogen Roadmap Europe*, 2019, p. 9.

Lire aussi : [La voiture à hydrogène est un miroir aux alouettes de la transition énergétique](#)

Source : Celia Izoard pour *Reporterre*

Dessin : © [Red !/Reporterre](#)

Graphique : © [Nicolas Boeuf/Reporterre](#)

Photos :

- Emplacement : [Accueil](#) > [Enquêtes](#) >
- Adresse de cet article : <https://reporterre.net/L-hydrogene-trop-gourmand-en-energie-pour-etre-ecologique>