

L'hydrogène naturel : Une exploration en plein essor dans le Sud-Ouest.

Marc Blaizot-Pau-Avril 2026

L'article original a été publié par APETRA - LETTRE N° 57 - JUIN 2026 - <https://www.apetra.org/page/1446546-actualites>

1-Hydrogène : Utilisations et modes de fabrication

L'atome d'hydrogène est un composant majeur de l'eau, des hydrocarbures et de la matière organique ; il est très répandu sur Terre et dans l'Univers (résultant de la fusion atomique ayant lieu dans le soleil). Son état libre principal est le gaz hydrogène (ou dihydrogène) composée de deux atomes d'hydrogène et notée H₂ par les chimistes. Il est inodore, incolore et insipide, très léger, de densité 0,07 (air =1) à 0°C et 1 atmosphère. C'est la plus petite molécule gazeuse, très volatile et donc difficile à contenir/piéger. Il est également particulièrement réactif se combinant très facilement avec l'oxygène ou le carbone.

L'hydrogène est le plus inflammable de toutes les substances connues et donc particulièrement dangereux. On se rappelle encore l'accident du dirigeable Hindenburg à New York en 1937 malgré 67 vols transatlantiques antérieurs sans incident.

L'hydrogène est principalement utilisé pour le raffinage des produits pétroliers (notamment pour obtenir des carburants sans plomb et sans soufre) et la production d'ammoniac (pour obtenir des engrais nitrés). Il commence à être employé directement comme carburant dans les véhicules (électromobilité) par l'intermédiaire de piles à combustible (comme dans le fameux Fébus palois) ou directement après liquéfaction, dans les lanceurs des fusées (Ariane 6 par exemple). **Le grand mérite de ce gaz est qu'il ne dégage pas de gaz carbonique ni de particules au moment de son utilisation.**

Il en va cependant bien autrement lors de sa production ; en effet, à l'heure actuelle, la production mondiale proche de 80 Mt/an (France :1Mt d'H₂/an) est effectuée très majoritairement par vaporeformage à partir de combustibles fossiles (charbon ou gaz naturel = méthane).

L'équation du vaporeformage est très simple :

soit C (charbon) + H₂O (eau) → H₂ (hydrogène) + CO₂ (gaz carbonique)

ou CH₄ (méthane) + 2H₂O (eau) → 4H₂ (hydrogène) + CO₂ (gaz carbonique)

Ce procédé est très émetteur de CO₂ (10kg de CO₂ émis pour 1 kg d'hydrogène) et est donc particulièrement critiqué.

Mais l'hydrogène peut également être fabriqué à partir d'électricité décarbonée, c'est-à-dire renouvelable ou nucléaire, par électrolyse de l'eau alors sans émissions de CO₂.

L'équation de l'électrolyse de l'eau est elle aussi très simple :



Ce procédé nécessite beaucoup d'eau, d'acide sulfurique ou de potasse utilisés comme électrolyte (pour faire passer le courant dans l'eau) et surtout beaucoup d'électricité (compter 50 KWh d'électricité pour produire 1 kg d'hydrogène) et donc à des coûts très supérieurs (5 à 8 euros/kilo) à ceux du vaporeformage (2 euros/kilo) ce qui explique que ce dernier représente toujours 95 % de la production mondiale.

Le rendement de l'opération est particulièrement faible puisque notre kilo d'hydrogène (généré avec 50 KWh) ne redonnera en moyenne que 15 KWh d'électricité en sortie de pile à combustible ; comme diraient nos amis anglo-saxons : *fifty for fifteen...*










2-L'hydrogène naturel : génération et habitats

L'hydrogène naturel (également appelé hydrogène natif ou hydrogène blanc) est rare car il se combine très facilement avec l'oxygène pour former de l'eau, avec le soufre pour former de l'hydrogène sulfuré ou avec le carbone pour former des hydrocarbures et des alcools. Cependant, des émanations naturelles d'hydrogène, connues depuis l'Antiquité dans les chimères



d'Anatolie (émanations de méthane associées à 10 % d'H₂), ont été découvertes dans des habitats géologiques très variés, tant dans les océans, le long des dorsales océaniques, qu'à terre, dans les vieux socles cratoniques ou les ceintures ophiolitiques. Il existe aujourd'hui un seul gisement en production, au Mali, près de Bamako : dans un puits, foré initialement pour de la recherche d'eau, à 100 m de profondeur, et où de l'hydrogène presque pur, a donc été trouvé par hasard, avec un débit de 1300 m³/j. Il permet d'alimenter une petite centrale électrique de 7 Kw de puissance depuis près de 10 ans.

Les études récentes sur l'hydrogène naturel montrent que ce dernier naît à la faveur de trois grands processus (« usines ») géologiques :

Oxydation	Radiolyse	Pyrolyse
		
Roche riche en Fe ²⁺	granite	Argiles riches en Matière organique
Temperature  100°C-350°C		 200°C-300°C
eau 		

soit l'oxydation par l'eau (hydrolyse) de roches volcaniques ou sédimentaires très riches en fer (le fer ferreux se transforme en fer ferrique avec libération d'hydrogène) ; citons en particulier les péridotites qui se transforment en serpentines,



certaines roches volcaniques (basaltes, gabbros) et les minerais de fer sédimentaires en particulier précambriens.

soit la radiolyse de l'eau qui se dissocie, telle une électrolyse, en hydrogène et oxygène, en présence d'éléments radioactifs (uranium, potassium, thorium) issus de la radioactivité naturelle de la Terre, réaction qui produit également de l'hélium.

soit la pyrolyse-(transformation à haute pression et haute température 200 à 300 °C) anhydre (sans eau) de roches riches en matière organique (roches mères pétrolières).

Même si nos connaissances des processus de génération et de migration d'hydrogène natif ont beaucoup progressé, ils restent mal quantifiés ; quant à celles relatives aux

processus de piégeage et de conservation de l'hydrogène en sous-sol, ils sont encore plus lacunaires.

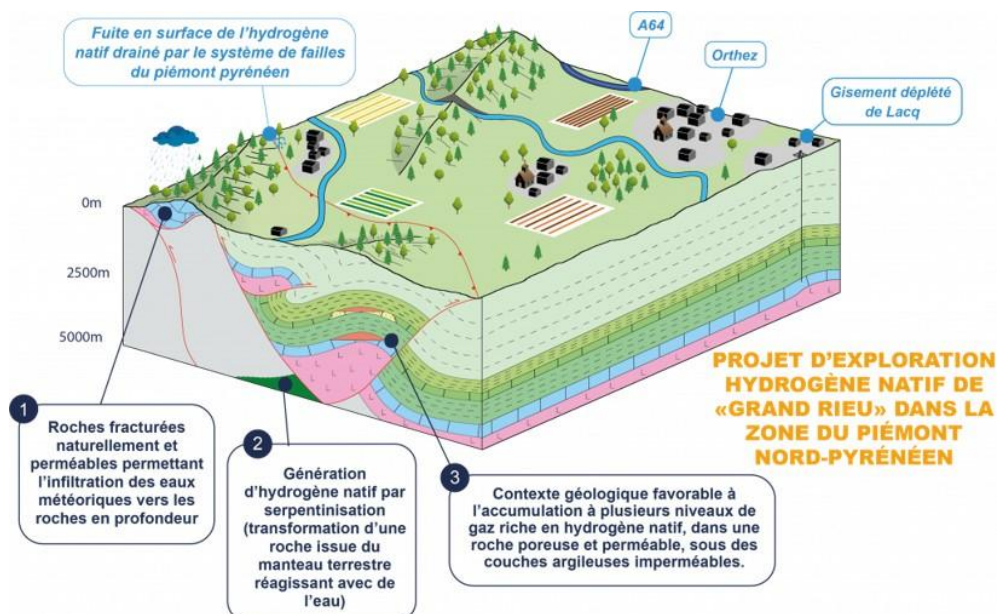
L'existence et la nature des chemins de migration seraient très semblables à ceux du pétrole et du gaz naturel à savoir des drains, failles ou réservoirs poro-perméables. Ces drains existent certainement car des émanations d'hydrogène en surface ont désormais été repérés dans presque tous les continents démontrant l'existence de réseaux (chemins de migration) entre roches originelles et surface de la Terre ; l'hydrogène étant probablement dissous dans et se déplaçant avec l'eau. Les extensions et les capacités de transport de ces drains sont cependant peu renseignées.

Le long de ces chemins de migration, deux types d'habitats sont recherchés par les géologues :

-soit sous forme de stocks dans des pièges structuraux qui s'apparenteraient aux gisements d'hydrocarbures où l'hydrogène serait piégé sous forme gazeuse dans des réservoirs sous une roche couverture étanche.

-Soit sous forme de flux dans l'eau des aquifères, une production étant possible soit directement par séparation membranaire en fond de puits, soit par production de l'eau (chaude) et séparation de l'hydrogène en surface, combinant ainsi possiblement géothermie et production d'hydrogène.

Sur tous ces points, bien des programmes de R&D ont été lancés aux USA, en Australie et en Chine mais aussi en France (universités de Pau et Grenoble) pour comprendre l'ensemble de ce système hydrogène.



Ces programmes reflètent l'intérêt mondial croissant pour l'hydrogène naturel comme source d'énergie potentielle à faible coût et faibles émissions de gaz à effet de serre.

3-Hydrogène naturel : pourquoi une exploration française concentrée en Béarn (et plus largement dans le Sud-ouest)

Plusieurs sites d'émissions d'hydrogène en surface ont été identifiés en France métropolitaine en contexte alpin (Diois et Baronnies), jurassien (où le champ de méthane de Vaux en Bugey a produit 5% d'hydrogène pendant 40 ans) et de fossés (Bresse et Alsace) toujours en association avec du méthane ou de l'azote, mais également dans la bordure nord pyrénéenne entre Orthez et Lourdes. **Ces nombreuses émanations du piémont pyrénéen** sont situées au droit de failles très importantes et au nord d'anomalies magnétiques et gravimétriques significatives pouvant indiquer la présence de volumes importants de péridotites en profondeur dont quelques petits pointements sont connus à l'affleurement. En effet, dans les Pyrénées occidentales, plusieurs familles de roches vertes volcaniques riches en fer sont connues, les lherzolites (péridotites souvent serpentinisées), les basaltes et les ophites (gabbros) : elles pourraient être des candidats à la génération d'hydrogène natif par hydrolyse de même que les argiles organiques du Silurien par pyrolyse. Mais une fois ce gaz généré où irait-il pour éventuellement remplir un piège qui pourrait faire alors l'objet d'un forage profond d'exploration et si positif de production ?

Les résultats de l'exploration pétrolière réalisée pendant plus d'un siècle dans le Bassin aquitain ont amplement démontré l'existence de pièges, réservoirs et couvertures efficaces comme sur le champ géant de Lacq (qui a retenu près de 250 G.m³ de gaz naturel, associé à du gaz carbonique et de l'hydrogène sulfuré). Cependant dans le cas de recherche d'hydrogène, un gaz bien plus léger et volatil que le gaz de Lacq, **la question de la couverture va se révéler être le facteur critique** pour contenir et préserver une accumulation en profondeur. On recherchera plutôt alors une couverture faite de roches salifères (sel gemme) comme nous en connaissons dans le piémont pyrénéen et le bassin d'Aquitaine.

Ces facteurs favorables ont déclenché de nombreuses demandes de permis dans la région



par des start-up (45-8 Energy, TBH2, Mantle8) qui ne pourront certainement pas envisager des puits profonds sans une levée de fonds importante ou un soutien national et/ou européen et par Storengy filiale du groupe Engie, en attendant peut-être des groupes industriels plus importants. Trois permis (Sauveterre-Grand Rieu et Marensin) ont déjà été obtenus suite à l'inscription officielle en 2022 de l'hydrogène comme ressource minière dans le code minier français.

4-Hydrogène naturel : comment l'explorer ?

Les méthodes d'exploration actuellement appliquées dérivent essentiellement des pratiques et techniques mises en œuvre depuis plus d'un siècle dans l'industrie pétrolière pour les ressources de type « stocks », et utilisent des concepts et techniques de l'hydrogéologie pour l'étude des accumulations sous forme de « flux de gaz dissous ».

A l'échelle régionale, on privilégiera l'existence en profondeur des roches mères susceptibles de générer de l'hydrogène et des contextes tectoniques favorables à l'existence de pièges.

A l'échelle plus locale, des campagnes d'acquisitions géochimiques (émanations et mesures des flux d'hydrogène en surface) et géophysiques (gravimétrie, magnétisme, sismique) qui ont déjà commencées, seront nécessaires pour préciser les possibles chemins de migration et surtout les éventuels pièges et couvertures capables de retenir une partie de l'hydrogène.

6-Conclusions

Si des flux ou des stocks d'H₂ natif existaient en quantité suffisante et pouvaient être captés et produits, **c'est bien sûr toute l'économie énergétique mondiale qui en serait transformée** : H₂ ne serait plus alors seulement un vecteur énergétique mais **une source d'énergie nouvelle, durable et totalement décarbonée**. Cependant comme on l'aura compris à la lecture des lignes précédentes, il y a encore loin avant une découverte et une exploitation économiquement rentable d'une telle ressource souterraine.

Peut-on alors penser que des solutions d'ingénieries géologiques fondées sur les processus naturels évoqués ci-dessus, pourraient être mis en place à l'échelle industrielle ? C'est ce que va tenter le groupement japonais NEDO¹, se concentrant d'abord sur l'identification de roches propices à la production d'hydrogène pour évaluer les possibilités de générer de l'hydrogène **en injectant par des puits, de l'eau dans ces roches**. Le gouvernement japonais veut rapidement définir des sites candidats avec pour objectif une production

¹ <https://nath2investing.com/article/japan-launches-national-initiative-to-advance-stimulated-hydrogen-production>

commerciale dès 2040. Il positionne très clairement cette initiative dans le cadre de renforcement de la sécurité énergétique et de la décarbonation du Japon en remplaçant ainsi ses imposantes importations d'énergies fossiles.

On peut bien sûr penser qu'en cas d'échec pour définir et trouver des accumulations ou des flux significatifs d'hydrogène naturel dans le Sud-Ouest, ce type de technologies pourraient également y être étudié. On pourrait même, soyons audacieux, injecter de l'eau préalablement chargée en gaz carbonique (évitant ainsi de le déverser dans l'atmosphère) pour séquestrer ce gaz sous forme minérale (carbonates) et produire de l'hydrogène favorisant ainsi doublement le combat contre le réchauffement climatique.

Références :

Blaizot Marc et Masse Pierre-2026-Voir sous la croûte terrestre-

<https://www.geolval.fr/index.php/home/actualites/actualites-2026/sortie-geologique-pour-le-pole-avenia-21-mars-2026>

Géologues-Société Géologique de France-Juin 2022-Hydrogène et gaz rares N°213
coordonné par M Blaizot et JM Fleury

Lefeuvre Nicolas. (2022). Nouvelles méthodes d'exploration des ressources en hydrogène naturel (H₂) : Le Cas d'école du piémont Pyrénéen occidental. Ph.D. thesis, Université Grenoble Alpes

Prinzholer Alain et Deville Eric-2015-Hydrogène naturel- La prochaine révolution énergétique ? 186 pages. Editions Belin.

IFP Energies nouvelles (IFPEN) 2025-Hydrogène naturel : Etat des connaissances scientifiques, juridiques et d'acceptabilité sociale, inventaire mondial, zones d'intérêts sur le territoire français.