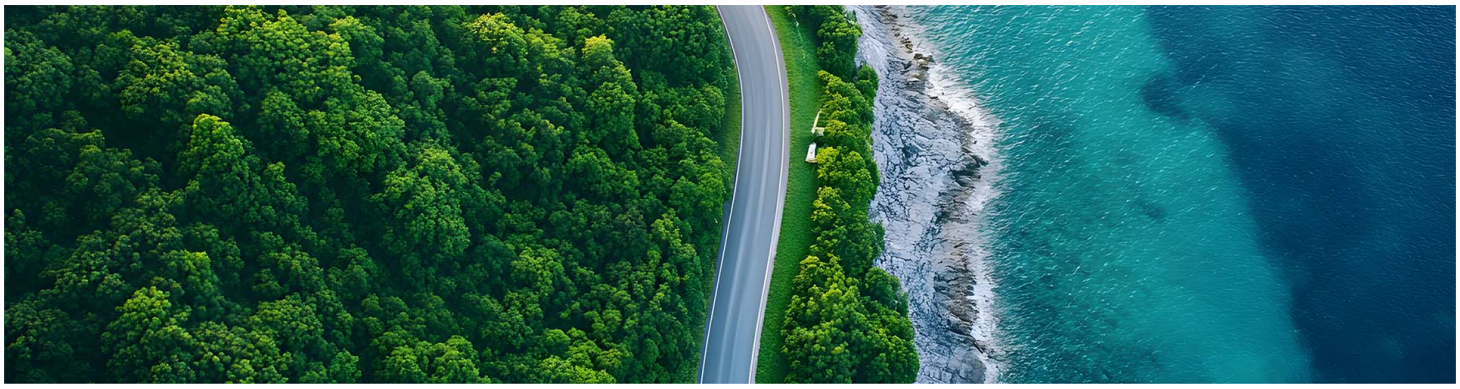


Written on 11 June 2026

10 minutes of reading

Actualités

IFPEN

Hydrogène

REGARDS VERS UN MONDE DÉCARBONÉ ET DURABLE

Pierre-Franck Chevet
Président

Les contraintes climatiques et la recherche d'alternatives aux énergies fossiles ont suscité, au cours des cinq dernières années, un regain d'intérêt significatif pour l'hydrogène naturel.

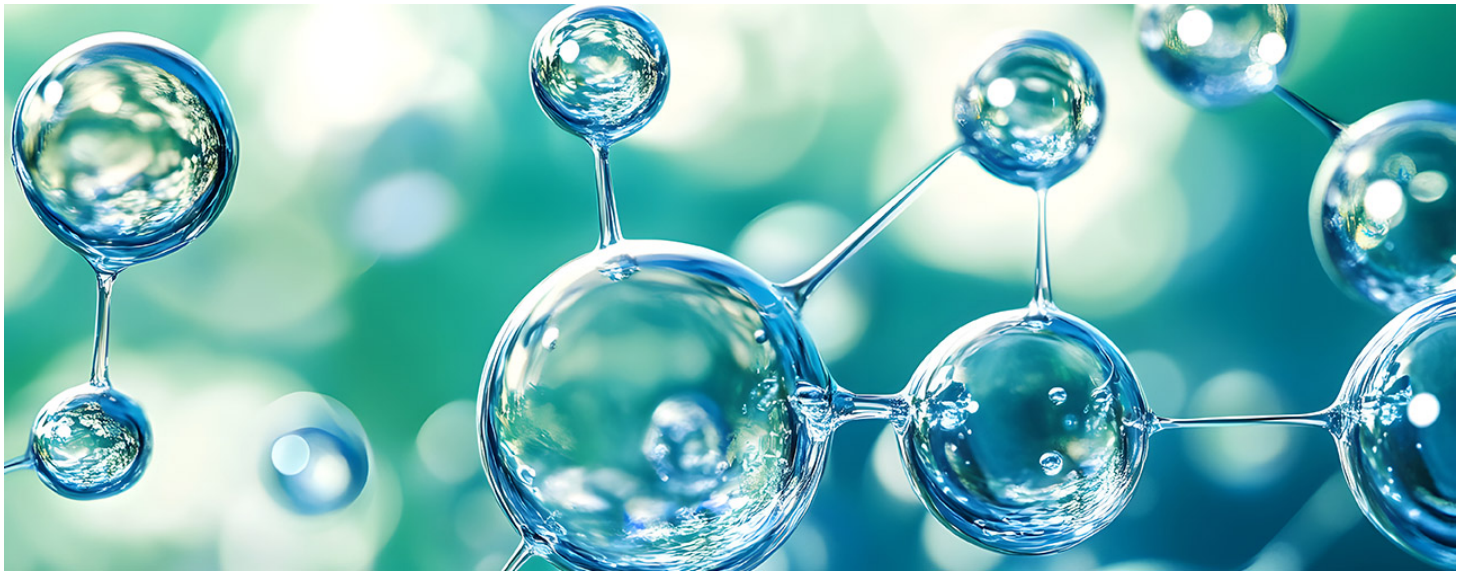
Si son exploitation s'avérait viable à grande échelle, l'hydrogène naturel pourrait constituer une nouvelle source d'énergie décarbonée prometteuse en raison de son coût de production et de son empreinte environnementale limités. Il pourrait alors contribuer au mix énergétique, notamment pour la décarbonation du secteur industriel et des transports.

Précurseur dans la conduite de travaux sur l'hydrogène naturel, IFPEN joue un rôle de premier plan dans la recherche visant à lever les incertitudes qui subsistent autour de sa formation, ses ressources et leur exploitabilité, ainsi que sur les méthodes d'extraction.

A ce titre, je suis heureux de citer l'étude qui nous a été confiée par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), qui présente un état des connaissances sur l'hydrogène naturel et de son potentiel en France. Résultat de la collaboration d'une quinzaine d'experts français, elle illustre l'engagement constant d'IFPEN à mettre son expertise au service des pouvoirs publics et de la décarbonation de notre économie.

Grand angle

L'hydrogène naturel, une ressource à haut potentiel ?



L’hydrogène naturel ou natif est naturellement présent, comme son nom l’indique, dans le sous-sol terrestre en différents endroits du globe, sous la forme d'émanations diffuses ou continues qui s’échappent de certaines formations géologiques. Contrairement à l’hydrogène produit à partir de vaporeformage du méthane et associé à la capture et au stockage de carbone ou à celui issu de l’électrolyse de l’eau, l’hydrogène naturel ne nécessite pas l’utilisation d’une autre ressource pour sa production. En cas d’accumulation suffisante, l’empreinte environnementale de l’exploitation de l’hydrogène naturel serait plus faible que celle des autres formes d’hydrogène, tout comme son coût de production, qui pourrait varier entre 0,5 et 2 €/kg.

Aujourd’hui dans le monde, seul le Mali exploite l’hydrogène naturel depuis une quinzaine d’années, à raison de 1500 m^3/jour, lequel est utilisé pour produire de l’électricité. Mais cet hydrogène natif suscite un intérêt croissant de la part des acteurs publics, des scientifiques et des industriels. Les gouvernements adaptent leurs codes miniers, des startups et PME s’engagent dans l’exploration de cette ressource potentielle et les majors pétrolières commencent à s’y intéresser. A l’échelle mondiale, une cinquantaine de projets d’exploration sont en cours, en particulier aux États-Unis, en Australie, en Espagne, au Canada, au Maroc et au Brésil.

En France, l’exploration est particulièrement active avec six permis d’exploration délivrés dans les Pyrénées, les Landes et en Lorraine. Si les résultats de ces explorations s’avéraient conformes aux prévisions, ces zones pourraient fournir une part notable de la demande nationale d’hydrogène à l’horizon 2035-2040.

Quelles sont les hypothèses sur les origines de l’hydrogène naturel ?

L'accumulation des données plaide de plus en plus pour une origine relativement profonde de l’H_2 naturel. Divers mécanismes de formation ont été identifiés, notamment l'oxydation des roches riches en fer par interaction avec l’eau profonde.

D’autres réactions interviennent dans les systèmes volcaniques et peuvent fournir des mécanismes de production comme les réactions d’oxydation du soufre dans les systèmes hydrothermaux. Sur certaines zones présentant des roches riches en éléments radioactifs, la radiolyse de l’eau est

également fréquemment invoquée par divers auteurs comme processus de formation.

Le craquage thermique des hydrocarbures peut également être responsable de la genèse d'H_2 dans les bassins profonds. Enfin, l'activité microbienne est aussi une cause de la genèse d'H_2 sous certaines conditions.

Dans quelles zones géographiques trouve-t-on de l'hydrogène natif ?

L'émission d'H_2 est un phénomène généralisé dans l'ensemble des massifs de péridotites, des roches dominantes dans le manteau terrestre, où les concentrations en H_2 peuvent dépasser 80%. Les zones géographiques associées sont situées aux frontières de plaques : Oman, Nouvelle-Calédonie, Philippines, Turquie, etc.

Des zones associées à des structures géologiques au cœur des continents présentent également des émanations d'H_2. C'est le cas du Kansas et du Mali, sites étudiés par IFPEN, mais aussi d'autres zones en Amérique du Sud, en Afrique, en Australie et en Chine où en 2022, de l'H_2 a été découvert dans la partie profonde du bassin de Songliao. Ces émanations semblent souvent émises depuis des roches très anciennes et riches en fer.

Enfin, les gaz volcaniques contiennent souvent des quantités variables d'H_2. C'est le cas en Islande, où des concentrations en H_2 relativement importantes ont été rencontrées sur certains forages géothermiques, en Italie dans la région du Lardarello ou encore le long du rift Est-Africain.

IFPEN, établissement pionnier dans la recherche sur l'hydrogène naturel

IFPEN s'est intéressé dès la fin des années 2000 à l'hydrogène naturel et a mené des travaux précurseurs qui ont permis d'identifier les types d'environnements géologiques dans lesquels se trouve l'hydrogène natif.

Les travaux menés par IFPEN visent à :

- Comprendre l'origine et les mécanismes de formation de l'H_2 natif,
- Identifier les environnements géologiques favorables,
- Evaluer les ressources, les réserves et leur exploitabilité,
- Fournir aux industriels les outils et méthodologies pour son exploration et sa production.

Considéré aujourd'hui comme un acteur de référence dans le domaine, IFPEN conduit ses recherches au travers de différents réseaux et projets, en s'appuyant à la fois sur l'expérimentation et la simulation numérique :

- Pour mieux comprendre les mécanismes de génération d'hydrogène naturel, sa réactivité avec les micro-organismes et les roches, et les processus de sa migration dans le sous-sol, IFPEN a recours à de nombreuses expérimentations en géochimie, microbiologie ou encore en thermodynamique. Parmi les dispositifs expérimentaux, on peut citer les campagnes d'échantillonnage (eau, gaz, roches), les analyses de composition de gaz, isotopies et gaz rares, les études et analyses géochimiques, l'étude de la réactivité microbienne et les analyses de

pétrophysique sur des échantillons de roche.

- IFPEN adapte par ailleurs ses logiciels de simulation géologique à l'échelle du bassin et du réservoir, TemisFlow™ et CooresFlow, aux systèmes « hydrogène naturel » en collaboration avec sa filiale Beicip-Franlab. Ce travail nécessite un effort important de R&D pour acquérir les données nécessaires au développement de nouveaux modèles à intégrer à ces simulateurs.
- IFPEN conduit des analyses de cycle de vie (ACV) pour calculer l'empreinte environnementale de toute la chaine d'exploration et de production.
- IFPEN co-pilote la « *Natural Hydrogen Task* » initiée par l'Agence internationale de l'énergie, réunissant 31 experts académiques et industriels issus de 16 pays, et qui vise à dresser un état des lieux de la recherche mondiale et des impacts légaux et environnementaux de l'exploration de l'hydrogène naturel.
- IFPEN a coordonné une étude, confiée par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), visant à présenter l'état des connaissances sur l'H_2 naturel et à identifier les zones à fort potentiel sur le territoire français.

De nombreux défis à relever

L'existence d'H_2 dans le sous-sol est aujourd'hui bien établie et des avancées scientifiques significatives ont été réalisées pour identifier l'origine et les mécanismes de formation de l'hydrogène naturel, et comprendre pourquoi, de plus en plus, de fortes concentrations d'H_2 sont décelées dans différents forages d'exploration.
Mais de nombreuses inconnues demeurent, en particulier sur les réserves disponibles, les processus de migration de l'H_2 naturel dans le sous-sol, les processus de consommation microbiologique de l'hydrogène :

- L'existence de roches réservoirs, permettant d'accumuler cette ressource et de roches couvertures permettant de la piéger, n'est avérée que dans quelques cas.
- On ignore également la proportion d'H_2 consommée par les réactions minérales ou biologiques en subsurface.
- Les « systèmes hydrogène » semblent bénéficier d'une cinétique de production active, ce qui conduit à parler d'une énergie de flux plutôt que d'une énergie de stock.
- Le potentiel de production de l'hydrogène naturel pourrait se révéler important dans le cas d'accumulation, l'exploitation de cet hydrogène par forage et un minimum de traitement en surface (séparation de gaz, purification) pourraient se réaliser à des coûts bien inférieurs à ceux des autres sources de production d'hydrogène. C'est ce qui explique aujourd'hui la poursuite de l'exploration et le positionnement de plusieurs acteurs industriels sur cette exploration.

Compte tenu des nombreux travaux de recherche et de caractérisation sur le terrain encore nécessaires, et si le potentiel de cette ressource venait à être confirmé, une production à l'échelle industrielle ne pourrait être envisagée avant 2035/2040.

La parole à un expert

4 questions à Fabrice Candia – Chef du Bureau des ressources énergétiques du sous-sol (Direction générale de l’énergie et du climat/Bureau Ressources énergétiques du sous-sol)

assisté de Jean-Claude Lecomte - Expert en Géosciences (DGEC/BRESS)

LA DGEC a souhaité inclure l'hydrogène naturel comme une ressource possible à explorer lors de la révision du code minier en 2022. Cette modification a-t-elle suscité des permis ?

> Fabrice Candia : *Lors de la révision du code minier en 2022, nous avons intégré l'hydrogène natif comme substance de mines, une décision qui a positionné la France parmi les pionnières à l'échelle mondiale. Cette avancée a suscité un engouement concret : depuis 2022, sept demandes de permis ont été déposées, et à ce jour, six Permis Exclusifs de Recherche (PER) ont déjà été accordés. La combinaison d'un potentiel géologique, d'une réglementation claire, d'un savoir scientifique français et d'objectifs nationaux de décarbonation ont créé des conditions favorables à un développement de la filière en France.*

Quel type d'acteurs ont demandé ces permis ?

> Fabrice Candia : *Ce sont essentiellement des startups fondées spécifiquement pour explorer le sous-sol et exploiter de l'hydrogène natif ou d'autres gaz comme l'Hélium.*

C'est une étape capitalistique, quels sont les leviers pour le financement de ces entreprises ?

> Fabrice Candia : *Nous sommes attentifs au déploiement et à la structuration de cette filière naissante. Les entreprises détenant des permis exclusifs de recherche s'engagent dans une première étape qui consiste en une phase d'exploration visant à déterminer les volumes accessibles mais aussi à qualifier, en cas de découverte, les modes d'exploitation. Cela passe par des moyens de financement important. Fin 2025, la DGEC a rassemblé toute la filière soit près de 60 participants – opérateurs titulaires de permis exclusifs de recherches, investisseurs privés et institutionnels, représentants régionaux, industriels et chercheurs – avec pour objectif d'identifier les leviers d'une mobilisation efficace des capitaux pour poursuivre les travaux d'exploration.*

L'Europe se positionne -t-elle sur le sujet ?

> Fabrice Candia : *L'un des défis majeurs consiste à faire connaître l'hydrogène natif auprès de la Commission européenne. Pour y parvenir, la DGEC avait confié à IFPEN et à*

> *plusieurs universités la mission d'établir une synthèse exhaustive des dernières avancées scientifiques sur ce sujet. Ce rapport a été rendu public en 2025. Un autre enjeu crucial réside dans la poursuite des travaux d'exploration, afin de caractériser précisément la composition des flux gazeux — ceux-ci ne contenant pas uniquement de l'hydrogène. Sur la base de ces données, il s'agira de démontrer que l'hydrogène naturel peut être classé comme hydrogène bas carbone, ouvrant ainsi la voie à une intégration dans la taxonomie européenne.*

YOU MAY ALSO BE INTERESTED IN

Un nouveau procédé de recyclage textile-à-textile est validé à l'échelle industrielle
La synthèse et le replay disponibles : RDV IFPEN | L'hydrogène naturel - une nouvelle source d'énergie décarbonée ?
Lancement du Labcom ERACLECE au service de l'économie circulaire
Position paper IFPEN - Recyclage des plastiques : propositions de contributions au Circular Economy Act
L'éolien en mer et son effet sur l'environnement : lancement du projet OWWAAW
Tableau de bord transport - 1er trimestre 2026
La lettre IFPEN #16 – Hydrogène naturel - Juin 2026
11 June 2026

Link to the web page :