

Environnement

Découverte et exploration continentale de l'hydrogène natif

Kristell Moulec

La transition énergétique s'accélère, incitant chercheurs et industriels à s'aventurer dans la quête d'alternatives durables. L'hydrogène, en particulier sous sa forme native, attire l'attention à l'échelle mondiale, suscitant des recherches intensives sur tous les continents.

Connues depuis longtemps, les émanations d'hydrogène naturel, ou blanc, ont pris une nouvelle dimension depuis l'exploitation artisanale d'un gisement au Mali en 2011. Cette découverte a ouvert la voie à de nouvelles perspectives énergétiques à faible impact environnemental. Les demandes de permis de recherche, notamment aux États-Unis, en France et en Australie, se multiplient depuis quelques années.

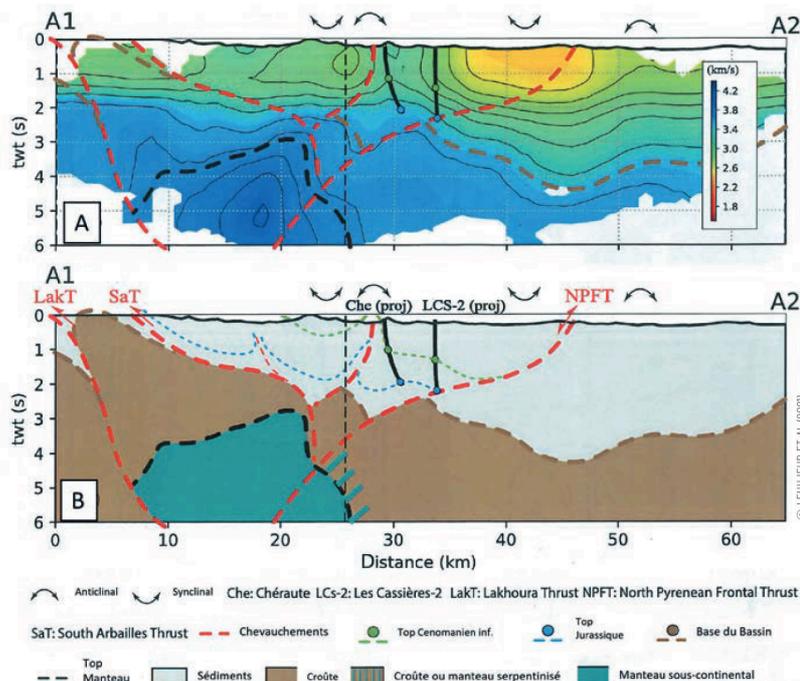
La production d'hydrogène natif repose sur des processus géologiques variés, comme la radiolyse de l'eau, induite par le rayonnement de certains éléments de la croûte terrestre. Sa production est toutefois particulièrement importante par serpentinisation, un phénomène où les roches mantelliques remontées à des niveaux proches de la surface interagissent avec les eaux souterraines alimentées par les pluies. Dans les régions montagneuses des Alpes et des Pyrénées, les failles géologiques témoignent d'une production passée, posant la question de l'activité actuelle. Les roches serpentinisées observables en surface témoignent d'une production passée, posant la question de l'activité actuelle en profondeur et donc, la constitution de gisements. En effet, grâce à la boucle hydrothermale des chaînes de montagne, l'eau chauffée dans le sous-sol réagit avec la roche et remonte, accompagnée de métaux et de gaz, dont l'hydrogène.

L'exploration du terrain helvétique

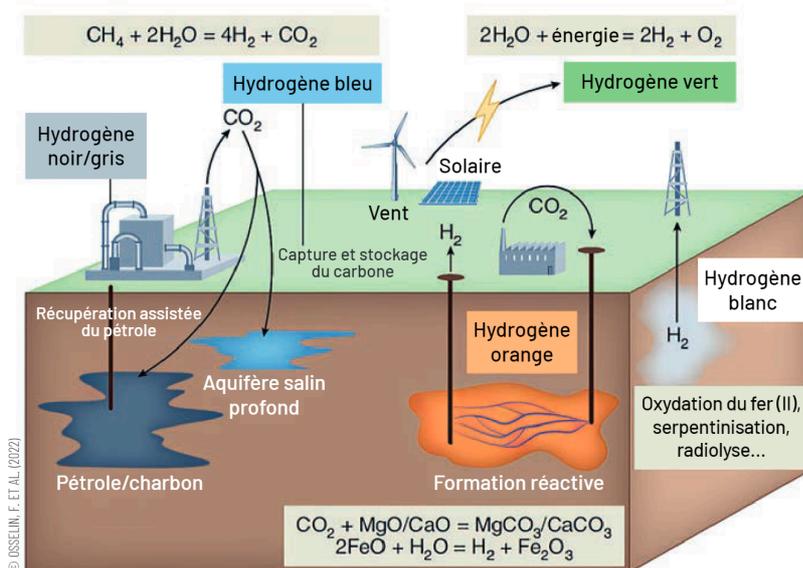
Les premiers projets de recherche en Suisse, alignés sur les objectifs énergétiques nationaux, ont été lancés en 2023. Éric Gaucher, à la tête de la start-up Lavoisier H2 Geoconsult, explore le potentiel de production d'hydrogène natif dans des régions du Valais et des Grisons. Il s'appuie sur les cartes et coupes géologiques, réalisées parfois il y a plus d'un siècle, pour comprendre la géologie structurale locale. Les endroits où l'eau des glaciers pourrait s'infiltrer, notamment à la suite de la collision des plaques tectoniques, sont particulièrement étudiés.



Observation et analyse des phénomènes naturels sur le terrain par Eric Gaucher et son équipe.



Interprétation géologique du profil sismique d'une zone des Pyrénées dans le cadre de l'identification en profondeur d'une usine naturelle à hydrogène.



Les différentes couleurs de l'hydrogène et leurs processus de formation.

Méthodologie et indicateurs de terrain

L'équipe de recherche effectuée en premier lieu des prélèvements dans le sol, dans le but d'aspirer les gaz présents et de les analyser à l'aide d'appareils standards de détection. La présence d'hydrogène est vérifiée, tout comme celle d'autres gaz auquel cet élément pourrait être associé, tels que l'hélium et le radon. En effet, l'hydrogène produit par radiolyse est communément associé à l'hélium 4 (⁴He). Dans le cas d'un dégazement de roches mantelliques en profondeur, c'est la proportion d'hélium 3 (³He) qui augmente, témoin potentiel du processus de serpentinisation.

Les isotopes de l'hydrogène sont aussi recherchés; en effet, l'analyse par spectrométrie de masse d'un échantillon d'hydrogène révèle la présence d'un faible pourcentage de deutérium (D ou ²H) ou de tritium (T ou ³H). Chaque gaz, en fonction de son origine de production, portera ainsi une signature différente. La recherche de certaines bactéries dans le sol pourrait également révéler la présence d'un flux d'hydrogène important; certains microorganismes utilisant ce gaz pour se nourrir. Ces méthodes uniques pour tracer l'origine de l'hydrogène pourraient donc être déterminantes dans la suite des recherches.

Défis technologiques et traçabilité de l'hydrogène

Avec la diversité des processus de production manufacturée de cet élément gazeux, ayant parfois recours aux énergies fossiles, il devient impératif de définir un label pour attester de son origine naturelle ou artificielle. Les méthodes isotopiques utilisées

par Éric Gaucher et son équipe pourraient en garantir la transparence sur le marché. Un projet de certification est ainsi en cours de développement, en collaboration avec l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Sans certification, la traçabilité est floue et des fraudes pourraient se généraliser; un paramètre à double tranchant, puisque les prix, adaptés en conséquence, risquent de profiter aux lobbies, sans considération éthique.

La normalisation des méthodes de détection et d'analyse est cruciale pour assurer une comparaison fiable des données et faciliter la certification de l'hydrogène comme ressource durable. L'utilisation d'appareils de mesure précis est donc cruciale pour l'évaluation des gisements d'hydrogène naturel, ainsi que pour le suivi des procédés de production manufacturée. Les technologies actuelles de spectrométrie et de mesure des gaz doivent impérativement évoluer, pour garantir la précision des évaluations. De plus, la transition vers l'économie de l'hydrogène nécessite une collaboration internationale et une approche intégrée pour surmonter les barrières technologiques et promouvoir l'innovation.

Enjeux nationaux et internationaux

Bien que l'hydrogène puisse ne représenter qu'une petite fraction de l'énergie future en Suisse, son utilisation pour le stockage additionnel de l'énergie pourrait compléter les sources existantes, telles que l'hydraulique. L'importance de trouver des gisements économiquement viables pour stimuler l'intérêt et l'investissement

dans cette ressource est primordiale. La production et l'utilisation de l'hydrogène sont étroitement liées à la politique énergétique nationale et aux capacités technologiques du pays.

Sur le plan mondial, la géopolitique de cet élément soulève des questions similaires. Chaque découverte pourrait contribuer à l'émergence d'une industrie d'exploration conséquente. En revanche, les pays dotés d'importantes technologies et ressources naturelles pourraient devenir des leaders dans le domaine, impactant, par la même occasion, toute la dynamique mondiale. La collaboration internationale sera donc décisive pour l'intégration future de l'hydrogène blanc dans le mix énergétique mondial. ■

Références

Gaucher, E. (2022). Une découverte d'hydrogène naturel dans les Pyrénées-Atlantiques, première étape vers une exploration industrielle. *Geologues* n° 213.

Zgonnik, V. (2020). The occurrence and geoscience of natural hydrogen: A comprehensive review. *Natural Hydrogen Energy* LLC.

Hydrogène naturel, vert et renouvelable: quelles différences?

L'hydrogène offre une perspective de faible impact environnemental, mais la transition vers une économie hydrogène requiert une expertise pointue et des recherches approfondies. Si son utilisation brûlé ou consommé dans une pile à hydrogène n'émet pas de CO₂, les infrastructures nécessaires pour sa collecte et son transport peuvent impliquer des énergies moins propres. C'est le cas pour l'hydrogène vert, issu de l'électrolyse de l'eau et alimenté par des énergies renouvelables. Si l'on considère le cycle de vie complet d'une éolienne par exemple, l'analyse dévoile, contre toute attente, un rendement dix fois inférieur à celui du nucléaire. L'exploitation économique et durable de l'hydrogène natif semble donc prometteuse, les émissions de CO₂ seront considérablement réduites, mais gardons à l'esprit que l'objectif zéro émission reste ambitieux.

Contact



■ Lavoisier H2 Geoconsult
FR-74400 Chamonix-Mont-Blanc
www.lavoisierh2.com