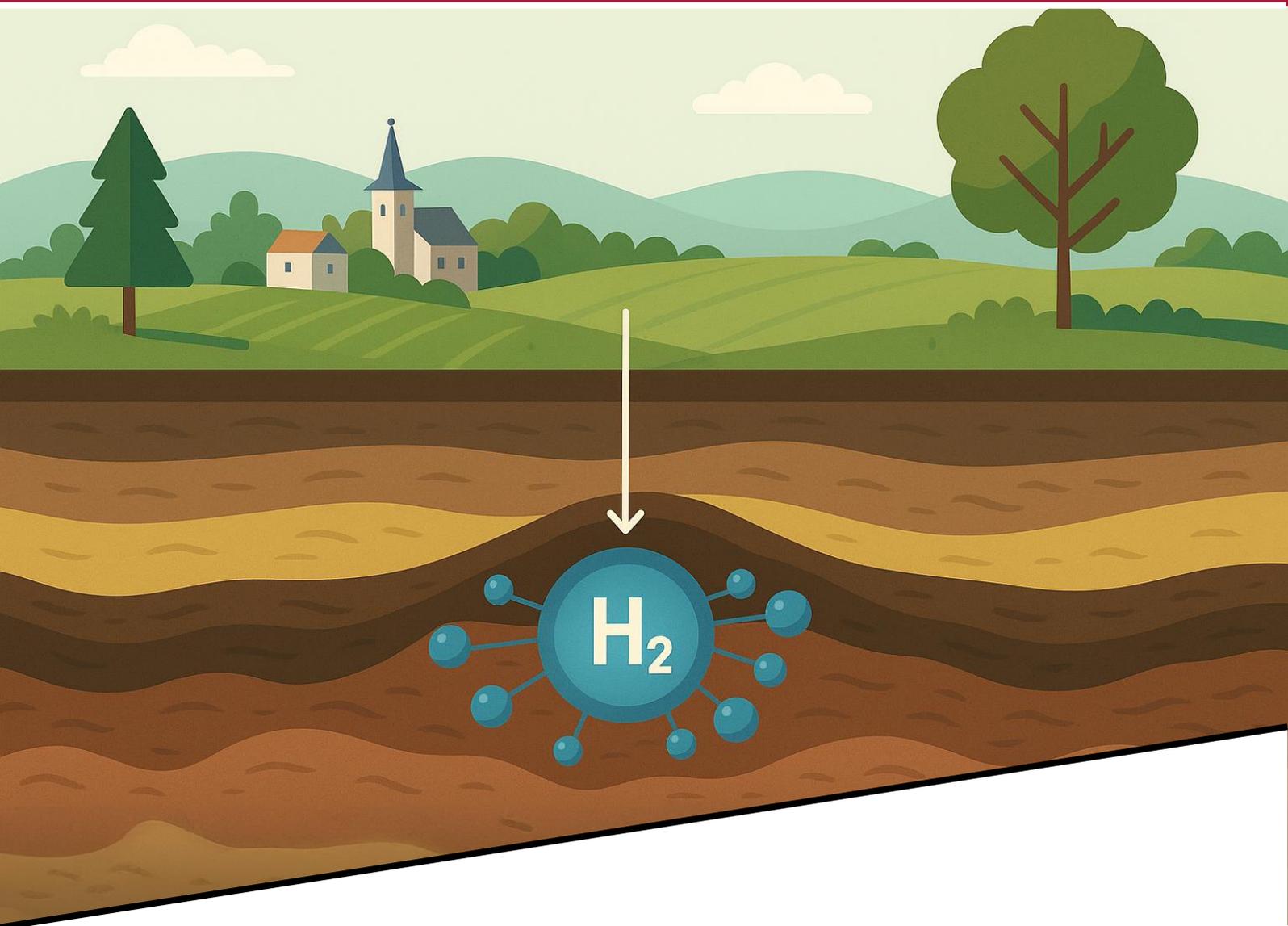


FICHES TECHNIQUES DU SOUS-SOL



LA PRÉSENCE D'HYDROGÈNE NATIF EN WALLONIE : ÉTAT DE LA QUESTION

Bernard Delcambre

Photo de couverture : La présence d'hydrogène natif en Wallonie (Source : Chat-GPT)

Service géologique de Wallonie

SPW ARNE - Avenue Prince de Liège, 15 - B-5100 Jambes (Namur)

geologie.wallonie.be - geologie@spw.wallonie.be - +32(0)81 33 61 50

Date de mise en ligne : 31 mars 2025

LA PRÉSENCE D'HYDROGÈNE NATIF EN WALLONIE : ÉTAT DE LA QUESTION

Bernard Delcambre

Résumé : *La récente découverte de potentielles réserves d'hydrogène natif en sous-sol à travers le monde a ravivé l'intérêt pour l'évaluation des potentialités de la Wallonie. Elle soulève surtout une série de questions cruciales qu'il convient d'examiner et d'analyser tant du point de vue géologique qu'économique.*

Mots-clés : *Hydrogène natif, énergie, forages, état de la question*

Abstract : *The recent identification of potential subsurface native hydrogen reserves across the globe has reignited interest in evaluating Wallonia's own resource potential. This development prompts a range of critical questions that require thorough examination and analysis from both geological and economic standpoints.*

Keywords : *Native hydrogen, energy, boreholes, state of the art*

On appelle **hydrogène natif** ou **hydrogène blanc** l'hydrogène naturel présent dans le sous-sol. Il s'agit bien de gaz H₂ (dihydrogène) contenu dans le sous-sol à l'état naturel.

1. Géologie de l'hydrogène natif

La présence d'hydrogène est bien connue dans le sous-sol mais il n'est pas présent partout, et surtout rarement en quantité économiquement exploitable. Il peut être observé notamment :

- le long des **rides médio-océaniques**¹ ou dans les **zones de contact entre plaques**.
Cet hydrogène constitue une part des émissions gazeuses accompagnant le magmatisme basaltique ou hyper-alcalin. Il est accompagné d'azote (N₂), de sulfure d'hydrogène (H₂S), de dioxyde de soufre (SO₂) et de méthane (CH₄) notamment. L'origine de cet hydrogène présent dans certaines zones océaniques ou issu de sources chaudes serait profonde.
En Islande, pays assis sur la dorsale médio-atlantique, les émissions gazeuses qui accompagnent les sources chaudes, outre de la vapeur d'eau très majoritaire, renferment des traces de méthane, de gaz sulfurés (H₂S et SO₂), d'azote et de l'hydrogène.
- dans les **boucliers anciens**.
La serpentinisation² de roches ultrabasiques riches en minéraux ferro-magnésiens dans lesquelles le fer se trouve à l'état ferreux y est aussi évoquée. Cette réaction conduirait à la production d'hydrogène gazeux.
- dans **certains bassins sédimentaires**.

¹ Zone où les plaques tectoniques s'écartent l'une de l'autre, permettant à la matière du manteau terrestre de remonter à la surface et de former de la nouvelle croûte océanique.

² Processus géologique au cours duquel des roches riches en minéraux ferromagnésiens sont soumis à une hydratation et une altération métamorphique pour former d'autres minéraux du groupe de la serpentine.

Au sein de ceux-ci, de l'hydrogène peut être libéré par oxydo-réduction de minéraux ferreux hydroxylés ou par radiolyse de minerais radioactifs qui dissocient des molécules d'eau en H₂ et O₂.

Sous certaines conditions de pression et température, cet hydrogène peut être produit naturellement. Pour cela, il faut donc que le sédiment renferme en suffisance des minéraux ad-hoc.

De plus, la molécule d'hydrogène est très petite et diffuse aisément à travers les roches. Ainsi, par comparaison, une conduite d'acier commun qui est étanche pour le méthane, est perméable à la diffusion de l'hydrogène. Il convient dès lors que cet hydrogène ne s'échappe pas vers la surface. Pour pouvoir le maintenir dans le sous-sol, il faut réunir des conditions géologiques de pression et de température suffisamment élevées pour éviter sa fuite et permettre son maintien dans des environnements géologiques constituant des réservoirs étanches.

Les gisements pétroliers et de méthane contiennent une part très secondaire d'hydrogène et davantage de CO₂.

Plus récemment, cet hydrogène a été mis en évidence **dans les anciens travaux miniers fracturés** riches en sidérite (carbonate de fer). Des teneurs en H₂ de 6 à 8% à 800 m de profondeur et 12% à 1000 m ont été mesurés en Lorraine française, à Folschviller dans un forage mené jusqu'à 1500 m pour des essais de récupération de grisou (Française de l'Energie). Nous pouvons rappeler que la présence d'hydrogène était connue dans le grisou chez nous mais en proportion très minime.

Cet hydrogène ne reste cependant pas très longtemps en sous-sol, surtout à faible profondeur, car cette molécule migre aisément vers la surface vu sa petite taille et sa faible solubilité dans l'eau (1,6mg/L PA). Cette solubilité dans l'eau s'accroît toutefois très vite avec la pression et donc avec la profondeur à laquelle il est enfoui. La possibilité de l'y trouver piégée est dès lors liée à cet accroissement de pression mais aussi à la présence de nappes profondes pouvant « solubiliser » cet hydrogène dans l'eau.

Pour espérer rencontrer dans ces contextes de l'hydrogène en masse, il faut donc aller le chercher au-delà de 1500 m de profondeur :

- **là où les pressions sont accrues et où l'hydrogène peut être piégé « en solution » dans l'eau**, c'est-à-dire à forte profondeur (> 3000 m). Il pourrait être un jour rencontré lors de forages pour la géothermie profonde ;
- **là où les minerais ferreux (sidérite/ankérite visées ici en Lorraine) susceptibles d'être hydrolysés sont présents** en quantité suffisante dans le réservoir, sinon sous-jacents dans une roche mère si elle diffère du réservoir ;
- **là où la présence d'eau permet la réaction d'hydrolyse et la production d'hydrogène.**

Enfin, **il faut aussi que la production soit suffisamment pérenne**, en rapport aux investissements consentis, en délivrant du gaz en quantité suffisante et sur une période suffisamment longue. Il se pourrait que le renouvellement de la ressource en profondeur ne soit pas aussi efficace que supposé. La rapidité des phénomènes géologiques n'est pas comparable à la rapidité des besoins industriels.

2. Projets d'exploration ou exploitations connues.

2.1. Mali

Un gisement (curiosité géologique) est actuellement mis en valeur au Mali à Bourakérougou. Il produit de l'hydrogène pur à 95% et actionne une turbine qui produit de l'électricité consommée par la population du village. Le réservoir se situe dans un karst dolomitique précambrien noyé en profondeur, qui libère l'hydrogène petit à petit vers la surface. Cet hydrogène est piégé en surface par une couche de dolérite épaisse d'une cinquantaine de mètres. Cette dolérite, peu perméable à l'hydrogène, piège ce gaz et ne le laisse diffuser qu'à travers quelques fractures ou à travers des puits artificiels, comme ce puits foré. A ce jour, la pression du gisement est maintenue par l'équilibrage entre l'hydrogène solubilisé en profondeur et le dégazage de l'eau dans la partie non noyée du karst dolomitique. La consommation de gaz reste assez peu importante (5 T/an). Cette seule application, à ce jour, reste donc un projet très modeste et ne peut servir de modèle pour un projet d'ampleur industrielle.

2.2. Amérique du Nord

Un premier pilote, entrepris au Nebraska, perturbé par plusieurs incidents techniques, a été foré en 2023 jusqu'à la profondeur de 3400 m. Les résultats de ce forage (Geneva project – Hoarty NE3) demeurent bien en dessous des espérances : des teneurs maximales de 44% en H₂ ont été mesurées, le reste du gaz étant composé en grande partie d'azote et d'hélium. Les auteurs du projet (Hyterra) ne sont pas en mesure de valider cette ressource comme gisement pouvant conduire à une exploitation industrielle. En effet, la teneur en hydrogène est insuffisante. Il est donc impossible de garantir la pérennité des opérations de soutirage du gaz. Ils considèrent que ces recherches ne sont toutefois pas décourageantes et prouvent la présence, certes en teneur moindre qu'espérée, d'hydrogène dans le sous-sol. La présence conjointe d'hélium (jusque 12,8%) pourrait malgré tout rendre à ce gisement un intérêt économique.

Deux nouveaux forages vont être entrepris ce printemps au Kansas par cette même firme australienne Hyterra (projet Nemeha) dans l'espoir de recouper d'autres gisements potentiels d'hydrogène natif. Bien que beaucoup de publicité soit faite autour du nouveau projet (surtout par une presse « boursière »), peu de données filtrent quant aux espoirs et aux résultats préliminaires.

D'autres sociétés sont sur les rangs avec de gros investisseurs (Desert Mountain, Koloma, ...) ayant les mêmes objectifs de chasse à la « poule aux œufs d'or ». Les forages n'ont apparemment pas encore commencé.

Les canadiens ne sont pas en reste et lancent aussi de nouveaux projets, du moins sur papier pour l'instant.

Aucun site n'est encore réellement en phase d'exploitation sur le territoire nord-américain, tant aux USA qu'au Canada.

2.3. Australie

L'Australie est à la pointe de ces projets d'hydrogène natif, tant sur son territoire qu'au-delà de ses frontières. Gold Hydrogen a déclaré une découverte d'hydrogène à 95,8% dans un puits en Australie du sud et des potentialités de 1,3 millions de tonnes. Ce projet (comme d'autres) était en partie financé par le gouvernement australien. L'hydrogène est, comme au Mali, stocké dans un réservoir de dolomies anciennes recouvert par un horizon étanche. A noter que, pour ce gisement, d'autres sources indiquent une teneur de 86,9% en H₂.

Aucun site n'est encore en phase d'exploitation sur le territoire australien. Celui découvert par Gold Hydrogen est toujours en phase d'évaluation (capacité et pérennité du gisement).

2.4. Europe

Selon la presse française, l'hexagone serait assis sur un énorme réservoir d'hydrogène ...

Ainsi, chaque région (même les DOM-TOM) avance ses cartes pour développer cette ressource : Pyrénées (deux permis ont été octroyés pour sa recherche dans le Béarn), Aquitaine, Alpes, Franche-Comté, Hauts de France, Bretagne... Chacune semble couvrir un eldorado énergétique.

Dans les faits, seul le projet lorrain, évoqué plus haut, présente pour l'instant de réelles chances de développements à moyen terme : un forage profond de 4000 m débute au printemps 2025 à Pontpierre (Moselle) pour explorer la présence de H₂, à l'aplomb des gisements lorrains enfouis à grande profondeur (investissement : privé (FDE) – public (Région, Etat, CNRS)). La déclaration (et non le permis) de forage a été déposée à la préfecture de Moselle en janvier 2025. Ce forage confirmera ou infirmera par présence du gisement « colossal » de Lorraine évoqué dans la presse française.

A la suite de la France, d'autres pays européens entrent aussi dans la danse : l'Espagne développe un projet qui devrait assez rapidement aboutir aux phases de forages sur le versant sud des Pyrénées.

Un autre gisement aurait été découvert dans l'est de l'Albanie, dans un contexte de roches fort anciennes, lors de mesures de remontées d'eaux gazeuses dans d'anciennes galeries de mine (H₂ à 80%), suite probablement à l'altération en profondeur d'ophiolites en voie de serpentinitisation.

Des indices de présence d'hydrogène ont été publiés par la Finlande dans d'anciens puits gaziers. L'Ukraine posséderait aussi un important potentiel (en grande partie dans la zone occupée par les Russes). Les suédois et norvégiens, dans le massif paléozoïque ancien (« bouclier scandinave »), comme les Islandais, au droit de la ride médio-atlantique, s'activent aussi en ce sens.

2.5. Et ailleurs

D'autres projets sont aussi sur les rails tant au Japon, aux Philippines qu'au Brésil, et très probablement en Chine.

3. Et en Wallonie ?

La Wallonie ne se situe nullement sur une zone séparant plusieurs plaques tectoniques actives ni au droit d'un bouclier ancien riche en roches ultra-basiques situé à des profondeurs aisément atteignables. L'exploration en profondeur des roches anciennes du Massif du Brabant pourrait révéler bien des surprises, mais l'aventure semble particulièrement spéculative. Elle obligerait d'atteindre des profondeurs très importantes pour vérifier la présence d'un bouclier ancien.

En revanche, si la situation observée en Lorraine française pouvait se reproduire dans des contextes semblables, il serait opportun d'évaluer notre potentiel d'hydrogène sur les anciens bassins miniers des provinces du Hainaut et de Liège, **dans les zones où leur enfouissement dépasse largement le millier de mètres.**

Plusieurs projets de forage devraient voir le jour dans le cadre de projets de géothermie profonde. Un monitoring complet de la composition des émanations gazeuses à diverses profondeurs dans ces

sondages profonds serait intéressant à mener. Cela permettrait d'ouvrir ou fermer les portes à diverses spéculations.

La géologie profonde de la Wallonie demeure assez mal connue. Même si des projets comme Géo-Cond puis WalScan (réalisation de profils sismiques profonds à travers le sillon industriel wallon dans la perspective d'une reconnaissance du potentiel géothermique) peuvent déjà ouvrir certaines portes à nos connaissances, **il demeure essentiel de reprendre les explorations publiques par forage**, abandonnées depuis un demi-siècle. Ceci permettrait de relancer la recherche de nouvelles ressources, à l'image de nos voisins qui développent des programmes d'exploration ambitieux aux portes de notre région. Il en va de notre avenir économique.

L'exploration du sous-sol comporte toujours une part de risque et de forte spéculation. La découverte de nouvelles ressources peut nous apporter de nouvelles richesses ou, à tout le moins, nous permettre de redévelopper le *know how* en matière de forage et de recherche minière. Cette spécialité industrielle et scientifique avait fait de la Wallonie l'un des acteurs majeurs dans le monde, notamment en matière de développement de techniques minières et d'évaluation de gisement innovantes.

Au vieil adage disant : *Qui cherche, trouve*, on devrait aussi pouvoir ajouter : *Qui ne cherche jamais rien, ne trouvera jamais rien*.

Nota

L'UE pilote le Clean Hydrogen Partnership, consortium public-privé pour le financement de recherches et d'estimation du potentiel d'hydrogène en Europe, notamment la cartographie des zones potentielles. Selon la presse spécialisée, des budgets pour alimenter ces recherches sont alloués (https://www.clean-hydrogen.europa.eu/call-proposals-2025-open_en : budget de 184,5 millions d'euros alloué par l'UE en 2025, dont 40 millions pour le topic « *production d'hydrogène renouvelable* »).