Fiche thématique – Hydrogène blanc

L'hydrogène blanc (ou natif) suscite un intérêt croissant dans le cadre de la transition énergétique et de la décarbonation industrielle.

Qu'est-ce que l'hydrogène blanc ?

L'hydrogène blanc (ou natif / naturel) désigne le dihydrogène (H2) présent naturellement dans le sous-sol terrestre.

Contrairement aux formes industrielles d'hydrogène produites par transformation chimique ou électrolyse (hydrogène vert, rose/jaune ou gris), l'hydrogène blanc constitue une ressource primaire directe. Il présente le double avantage d'être décarboné à la source et potentiellement renouvelable si son rythme de génération naturelle dans les structures géologiques équilibre son rythme d'extraction.

Origine géologique et mécanismes de formation

Les travaux menés par le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et l'IFP Énergies nouvelles (IFPEN) identifient quatre mécanismes majeurs de formation de l'hydrogène blanc dans les profondeurs de la terre :

- La serpentinisation (mécanisme principal) : oxydation des roches ultrabasiques (péridotites) riches en fer ferreux au contact de l'eau à haute température et pression (optimum entre 200°C et 300°C, avec des réactions se poursuivant sous 100°C).
- La radiolyse de l'eau : décomposition des molécules d'eau sous l'effet de la radioactivité naturelle des roches (Uranium, Thorium, Potassium 40).
- Le dégazage mantellique : remontée continue d'hydrogène primordial piégé dans le manteau terrestre.
- L'activité bactérienne / biologique : fermentation de la matière organique par des micro-organismes anaérobies (ainsi que la maturation de la matière organique à haute température dans les systèmes sédimentaires.

Classification NaTran : Public [ ] Interne [X] Restreint [ ] Secret [ ]

Potentiel géographique et exploration (France et international)

- **En France hexagonale :** des indices et contextes géologiques favorables ont été identifiés dans le bassin aquitain, le Piémont pyrénéen et le bassin houiller lorrain. Des demandes de PER (Permis Exclusif de Recherches) ont été initiées en Nouvelle-Aquitaine (1 accordé, 3 en cours) et dans le Grand Est (1 en cours à fin 2024).
- **Dans les Outre-mer :** la Nouvelle-Calédonie présente un fort potentiel grâce à ses massifs ophiolitiques (émissions de surface documentées) ; la Guadeloupe dispose d'eau géothermique contenant de l'hydrogène co-valorisable ; la Guyane possède un socle ancien favorable bien qu'aucune exploration n'y ait encore eu lieu.
- **À l'international :** le Mali abrite le seul site de production opérationnel au monde (utilisé pour produire de l'électricité). L'exploration s'accélère fortement dans d'autres pays ayant adapté leur code minier, notamment en Australie du Sud et aux États-Unis (où plus d'une vingtaine de puits ont été forés).

Etat actuel des connaissances et verrous technologiques

L'hydrogène blanc fait l'objet d'un intérêt scientifique et industriel croissant, mais à ce stade, les connaissances acquises ne permettent pas encore d'apprécier précisément le potentiel exploitable de cette ressource :

- **Réglementation** : Le cadre réglementaire français a récemment évolué afin de permettre l'exploration de l'hydrogène naturel (loi Énergie-Climat et décret de 2022), permettant la délivrance de permis d'exploration (PER) et, le cas échéant, de concessions.
- **Caractérisation des gisements** : il convient d'évaluer si la ressource est piégée dans des réservoirs étanches (semblables aux systèmes d'hydrocarbures) ou si elle circule sous forme de flux continus/dynamiques, voire sous forme de gaz dissous dans un aquifère.
- **Technologies d'exploitation et de traitement** : adaptation des forages et des procédés de séparation en surface (notamment lorsque l'hydrogène est associé à des co-produits ou impuretés tels que le méthane, l'azote, le dioxyde de carbone ou l'hélium).
- **Défis économiques et normatifs :** la valorisation des co-produits (comme l'hélium qui accroît la valeur de l'accumulation) et la gestion des gaz carbonés sous couvert d'une Analyse de Cycle de Vie (ACV) sont essentielles pour assurer la viabilité économique de la filière.

Classification NaTran : Public [ ] Interne [X] Restreint [ ] Secret [ ]

- Articulation avec le futur réseau de transport NaTran (Projet HY-FEN)

Si des gisements d'hydrogène blanc venaient à être exploitables en France, ils pourraient constituer une source d'approvisionnement supplémentaire susceptible d'être intégrée au futur réseau de transport d'hydrogène :

1. **Raccordement des puits d'extraction :** les futurs producteurs d'hydrogène natif pourraient, sous réserve des conditions techniques et réglementaires applicables, être raccordés au réseau via des postes d'injection dédiés.
2. **Acheminement vers les consommateurs :** l'infrastructure **HY-FEN** permettrait d'acheminer cette ressource, si elle est produite dans des conditions compatibles avec les exigences environnementales et économiques de la filière vers les grands bassins de consommation industrielle (chimie, sidérurgie) et les sites de stockage.
3. **Flexibilité & souveraineté :** l'intégration de l'hydrogène blanc diversifierait les sources d'approvisionnement du réseau national aux côtés de l'hydrogène produit par électrolyse, contribuant à diversifier les sources d'approvisionnement disponibles pour le système hydrogène.

A retenir

L'hydrogène blanc suscite un intérêt croissant dans de nombreux pays. Toutefois, les connaissances scientifiques et les retours d'expérience industriels restent encore limités. À ce stade, il n'est pas possible de connaître précisément les volumes qui pourraient être produits ni la place que cette ressource pourrait occuper dans le futur mix d'approvisionnement en hydrogène.

Classification NaTran : Public [ ] Interne [X] Restreint [ ] Secret [ ]