



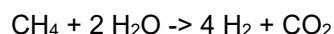
Rapport du 16 juin 2022

Position commune de l'Office fédéral de l'énergie et de l'Office fédéral de l'environnement concernant l'impact climatique et environnemental de l'hydrogène bleu

Dans le contexte de l'atteinte de l'objectif de zéro émission nette de gaz à effet de serre d'ici à 2050, le rôle possible que jouera l'hydrogène dans la politique climatique et énergétique de la Suisse est actuellement discuté. En réponse au postulat 20.4709 Candinas, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) élabore une feuille de route 2050 sur l'hydrogène, qui doit montrer quels domaines se prêtent à son utilisation et définir les conditions réglementaires nécessaires au développement ciblé d'un marché de l'hydrogène en Suisse. D'autres interventions parlementaires actuelles demandent le développement d'une stratégie pour l'hydrogène en Suisse (20.4406 Motion Suter, 22.3376 Motion CEATE-S). C'est dans le cadre de ces travaux qu'un positionnement commun à l'OFEN et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) sur l'impact climatique et environnemental de l'hydrogène bleu a semblé nécessaire.

1 Qu'est-ce que l'hydrogène bleu?

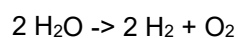
L'hydrogène (H₂ - dihydrogène) peut être produit à partir de gaz naturel (CH₄ - méthane) et d'eau (H₂O) par un procédé nommé reformage, qui produit du dioxyde de carbone (CO₂) comme déchet/émission. A partir d'une mole de méthane (CH₄) sont produites 4 moles d'hydrogène et une mole de CO₂:



(16g méthane + 36g eau → 8g dihydrogène + 44g dioxyde de carbone)

L'hydrogène ainsi produit est dit « **gris** » lorsque le CO₂ est émis dans l'atmosphère et « **bleu** » lorsque l'essentiel du CO₂ est capté et stocké de manière permanente, afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre. L'hydrogène bleu ne représente qu'une infime fraction de la production mondiale actuelle d'hydrogène.

Alternativement, l'hydrogène peut être produit par électrolyse de l'eau. Lorsque ce procédé est réalisé avec de l'électricité renouvelable, on parle alors d'hydrogène **vert**¹. Cette méthode de production émet également de l'oxygène comme co-produit.



(36g eau → 4g dihydrogène + 32g dioxygène)

¹ D'autres couleurs sont utilisées pour décrire les moyens de production de l'hydrogène, comme par exemple l'hydrogène rose, par électrolyse, lorsque l'électricité est d'origine nucléaire, ou l'hydrogène turquoise, par pyrolyse du méthane. La diversité des différents moyens de production de l'hydrogène sera traitée dans la feuille de route hydrogène.



2 Pourquoi l'hydrogène bleu est-il un sujet?

Aujourd'hui, l'hydrogène utilisé en Suisse est presque exclusivement gris. 85% de son utilisation sert au raffinage de produits pétroliers et non à des fins énergétiques. Les autres usages sont pour l'heure marginaux. De nombreux projets de production d'hydrogène vert voient le jour en Suisse, majoritairement destiné à la mobilité.

Le développement de la filière hydrogène en Suisse, si elle est basée sur des moyens de production renouvelable et donc bas-carbone, pourrait participer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre du système énergétique, notamment en se substituant à des agents énergétiques fossiles dans des domaines tels que la mobilité lourde ou certains processus industriels. Elle pourrait également jouer un rôle dans le stockage énergétique pour compenser l'intermittence tant saisonnière que journalière des moyens de production d'énergie renouvelable. Les pertes énergétiques associées à la production d'hydrogène rendent son utilisation comme agent énergétique dans des processus de combustion peu pertinente.

L'hydrogène vert apparaît comme une solution prometteuse d'un point de vue environnemental mais son coût actuellement élevé limite son déploiement. Les perspectives de réductions des coûts sont néanmoins importantes à court terme. Alternativement, l'hydrogène bleu semble être actuellement plus compétitif économiquement, mais son potentiel de réduction des impacts environnementaux par rapport aux autres filières énergétique ou à l'hydrogène vert ne fait pas consensus. Son développement pourrait donc se révéler contre-productif à l'égard des objectifs climatiques. Par ailleurs, le coût de production de l'hydrogène vert est dépendant du prix de l'électricité, alors que celui de l'hydrogène bleu est adossé au prix du gaz naturel. L'évolution du prix de ces deux vecteurs énergétiques conditionne donc directement la compétitivité économique de l'hydrogène vert et bleu.

- ⇒ L'utilisation de l'hydrogène bleu est donc au cœur d'une pesée d'intérêts entre son possible potentiel à accélérer le développement du marché de l'hydrogène en Suisse et ses effets sur le climat et l'environnement.

3 Quels sont les impacts climatiques et environnementaux de l'hydrogène bleu?

L'hydrogène vert et l'hydrogène bleu présentent chacun un impact climatique et environnemental lié à leur chaîne de production (cycle de vie). Les écobilans évaluent les impacts environnementaux à travers une analyse en cycle de vie et fournissent ainsi une base de comparaison scientifiquement robuste. Appliqués à l'*hydrogène vert*, ces écobilans montrent que l'impact environnemental tient essentiellement au rendement du procédé (mesuré par la consommation électrique par unité d'hydrogène produit) ainsi qu'à l'impact environnemental de l'électricité utilisée. Dans le cas de l'*hydrogène bleu*, les écobilans montrent que plusieurs facteurs doivent être pris en considération pour caractériser l'impact environnemental:

- Les émissions fugitives de méthane (fuites) liées à l'exploitation et au transport du gaz naturel ainsi qu'au procédé de reformage ;
- Les émissions de CO₂ résultantes de l'activité d'extraction du méthane et de la consommation énergétique nécessaire à son reformage ;
- Le rendement de captage (% de CO₂ récupéré), les émissions dues au transport et à la séquestration du CO₂ y compris les émissions liées à la consommation énergétique associée. Les fuites des sites de stockage peuvent aussi avoir une influence notable.



L'hydrogène bleu est considéré comme un risque par certains auteurs scientifiques et comme une opportunité par d'autres. Ces différences de point de vue reposent principalement sur le fait que, en l'absence de données empiriques ou d'installations existantes, il convient de formuler des hypothèses sur les points susmentionnés. Il s'agit en particulier de la part des émissions fugitives de méthane associées à l'exploitation et au transport du gaz naturel ainsi que de l'efficacité et de la durabilité du captage et de la séquestration du CO₂. Ces deux aspects représentent les principales incertitudes concernant l'impact climatique de l'hydrogène bleu. Dans l'étude de Bauer et al. (2021)² par exemple, les émissions de gaz à effet de serre calculées pour l'hydrogène bleu sont nettement inférieures à celles d'autres études publiées récemment (par ex. Howarth et Jacobson 2021³). Il convient de préciser que même dans les conditions les plus optimistes, l'hydrogène bleu présentera à l'avenir une empreinte environnementale plus grande que celle de l'hydrogène vert produit aujourd'hui sur la base des capacités de production d'électricité renouvelable déjà installées.

4 Quels autres facteurs doivent être pris en compte pour évaluer une utilisation de l'hydrogène bleu ?

A côté des facteurs mentionnés dans le chapitre 3, certains points sont absolument à prendre en considération lors de comparaisons systémiques entre agents énergétiques:

- **Analyse en cycle de vie et impact environnemental:** L'impact climatique n'est pas le seul impact environnemental à prendre en considération. Les besoins en matières premières, la consommation énergétique associée et d'autres indicateurs environnementaux et sociétaux devraient être intégrés à l'évaluation des conséquences du développement et de l'usage de l'hydrogène bleu.
- **Potentiel de réchauffement global:** L'impact sur le climat de l'hydrogène bleu est surtout composé d'émissions de CO₂ et d'émissions de méthane. Ces deux gaz ont une efficacité radiative et une durée de vie dans l'atmosphère différentes⁴.
- **Maturité et périodes d'observations:** Pour une comparaison pertinente entre l'hydrogène vert et l'hydrogène bleu, il est nécessaire de considérer des systèmes qui reflètent des hypothèses comparables, en particulier en termes de période d'observation et de maturité des technologies. Lorsque ceci est respecté, l'hydrogène vert a un impact environnemental plus limité que l'hydrogène bleu.
- **Sécurité d'approvisionnement:** La production d'hydrogène bleu repose sur le méthane. Son développement réduit ainsi la disponibilité en gaz naturel pour les autres usages et limite l'autonomie énergétique nationale. De plus, le rendement du procédé de reformage du gaz naturel est de l'ordre de 60 à 70%. La guerre en Ukraine rappelle que ce produit n'est pas une ressource infinie et que l'approvisionnement européen n'est pas garanti de façon illimitée. A l'inverse, la production d'hydrogène vert, si elle repose sur des excédents de production électrique associés au développement des énergies renouvelables intermittentes, n'entre pas en concurrence avec un autre usage de l'énergie produite et permet au contraire sa valorisation.
- **Substitution et alternatives:** L'impact écologique de l'hydrogène bleu devrait être considéré en fonction des usages finaux et des alternatives qui existent pour répondre à ceux-ci. Ainsi, son utilisation dans la mobilité devrait par exemple être comparée avec l'électromobilité, les autres moyens de transport (report modal) et la comparaison avec un moteur à combustion ne

² Bauer et al. (2021): On the climate impacts of blue hydrogen production, Sustainable Energy Fuels, 2022, 6, 66–75, DOI: 10.1039/d1se01508g

³ Howarth and Jacobson (2021) How green is blue hydrogen?, Energy Science & Engineering, 2021, 00:1–12, DOI: 10.1002/ese3.956

⁴ Neu (2022): Effet climatique et émissions d'équivalents CO₂ des substances à courte durée de vie. Swiss Academies Communications 17 (5).



devraient être présentés uniquement comme information et non comme critère de décision. Des évaluations au cas par cas sont donc nécessaires afin d'évaluer l'avantage comparatif de l'hydrogène bleu avec des solutions techniques en concurrence.

5 Qu'en est-il de la position et des stratégies des acteurs impliqués dans le domaine de l'hydrogène ?

Au niveau international, ce sont essentiellement les pays producteurs de gaz naturel qui soutiennent le développement de l'hydrogène bleu. C'est le cas par exemple de la Grande-Bretagne et des Pays-Bas qui rassemble 19 des 35 projets de production d'hydrogène à partir du gaz naturel recensés par l'IEA à fin 2021⁵. C'est également le cas de la Norvège qui intègre l'hydrogène bleu dans sa stratégie nationale pour l'hydrogène⁶. A l'inverse, les pays qui ne produisent pas de gaz naturel se positionnent en défaveur de l'hydrogène bleu. C'est le cas par exemple du gouvernement Allemand qui n'inclut explicitement que l'hydrogène vert dans sa stratégie climatique et exclut l'hydrogène bleu de ses mécanismes de subventionnement⁷.

Au niveau Suisse, différentes associations et entreprises s'engagent dans le développement de la filière hydrogène. La plupart de ces acteurs revendiquent une stratégie basée exclusivement sur l'hydrogène vert, comme c'est le cas par exemple de Mobilité H2 Suisse, Swiss H2 Generation SA ou encore Hydrospider. Seul le secteur gazier invoque l'utilisation d'hydrogène bleu à moyen terme à travers l'association suisse de l'industrie gazière.

6 Quel rôle peut/doit jouer l'hydrogène bleu dans la politique climatique et énergétique de la Suisse ?

L'hydrogène est un produit déjà utilisé aujourd'hui en Suisse dans certains procédés industriels, notamment dans le raffinage de produits pétroliers et dans le secteur de la chimie. Cette consommation repose presque exclusivement sur de l'hydrogène gris et est dès lors à l'origine d'émission de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄) incompatible avec les objectifs climatiques de la Suisse. La production d'hydrogène bleu sur site ou son importation pour substituer la consommation actuelle d'hydrogène gris constitue un premier pas vers la décarbonation de cet usage mais ne doivent être envisagées qu'à titre transitoire et dans le cas où le développement des capacités de production d'hydrogène vert ne suffirait pas à couvrir cette demande.

Le développement de la filière hydrogène pour de nouveaux usages, notamment dans le transport lourd et dans l'industrie fait partie de la stratégie énergétique nationale. Ce développement doit être porté en priorité par l'hydrogène vert, réalisé sur la base d'excédents de production d'électricité ou à partir d'une capacité renouvelable nouvellement construite et spécifiquement prévue pour cette production (non concurrence des usages). Ce choix stratégique repose sur le constat que l'hydrogène vert produit aujourd'hui, présente un impact environnemental et climatique moindre que l'hydrogène bleu, même si les hypothèses les plus optimistes sont retenues pour la production future de ce dernier. Dans le cas où de l'hydrogène bleu devait être utilisé en Suisse, par exemple afin d'accélérer l'adoption de ce vecteur énergétique, les aspects suivants devront impérativement être considérés en complément des points listés au chapitre 4:

- Son usage doit être en accord avec les objectifs climatiques et environnementaux nationaux et internationaux. Pour ce faire, l'ensemble de la chaîne de production doit être évalué et comparé aux alternatives existantes en fonction de l'usage envisagé.

⁵ [Global Hydrogen REVIEW 2021 \(windows.net\)](#)

⁶ [The Norwegian Government's hydrogen strategy \(regjeringen.no\)](#)

⁷ [Eröffnungsbilanz Klimaschutz \(bmwi.de\)](#)



- Les exigences écologiques à respecter lors d'une utilisation d'hydrogène bleu doivent donc être précisées.
- Les hypothèses utilisées dans la littérature scientifique en regard de l'impact climatique de l'hydrogène bleu doivent être vérifiées dans les faits. Il s'agit en particulier de la part des émissions fugitives de méthane associées à l'exploitation et au transport du gaz naturel ainsi que de l'efficacité et de la durabilité du captage et de la séquestration du CO₂. Ces deux aspects représentent les principales incertitudes concernant l'impact climatique de l'hydrogène bleu et conditionnent la pertinence de son utilisation en Suisse.
- Il n'existe aujourd'hui ni les installations nécessaires capables de capter du CO₂ à grande échelle ni l'infrastructure de transport et les capacités de stockage suffisantes pour le CO₂ ainsi capté. Le développement dans ce domaine est incertain. De plus, la concurrence avec les usages nécessaires de ces infrastructures pour compenser les émissions des gaz à effet de serre difficiles à réduire est à considérer.
- Par ailleurs, l'utilisation d'une ressource fossile pour la production de l'hydrogène ne peut être envisagé que de façon transitoire, vu l'impératif d'une sortie complète des énergies fossiles pour le respect des objectifs de l'accord de Paris. Un tel usage maintient la dépendance énergétique nationale à une ressource non indigène et renforce l'utilisation d'un agent énergétique fossile dont la ressource est limitée dans le temps et devra donc être substitué à terme.
- L'utilisation de l'hydrogène bleu ne doit ainsi pas contribuer à un effet de lock-in en prolongeant l'existence d'infrastructures basées sur des technologies fossiles.
- A long terme l'hydrogène bleu, étant produit à partir d'agents énergétiques fossiles, n'est pas compatible avec l'objectif de zéro émission nette.