

Rapport du 27 septembre 2022

---

# **Thèses sur l'importance future de l'hydrogène dans l'approvisionnement énergétique de la Suisse**

---

**Office fédéral de l'énergie OFEN**

Pulverstrasse 13, CH-3063 Ittigen; adresse postale: Office fédéral de l'énergie OFEN, CH-3003 Berne  
Tél. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · [contact@bfe.admin.ch](mailto:contact@bfe.admin.ch) · [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

## Table des matières

1	Contexte.....	3
2	Thèses .....	4
2.1	L'hydrogène contribue à la réalisation de l'objectif de zéro émission nette à l'horizon 2050...4	
2.2	La Suisse mise sur l'hydrogène «vert» issu des énergies renouvelables. ....4	
2.3	La production d'hydrogène vert requiert le développement des énergies renouvelables. ....4	
2.4	À l'avenir, l'hydrogène sera exploité pour l'approvisionnement énergétique de la Suisse là où son utilisation sera la plus judicieuse sur le plan économique et environnemental. ....5	
2.5	Dans l'approvisionnement en chaleur, l'hydrogène «vert» est utilisé uniquement lorsqu'il n'existe pas d'alternative basée sur le renouvelable. ....5	
2.6	La planification du stockage saisonnier de l'hydrogène «vert» doit être abordée à un stade précoce. ....6	
2.7	Pour importer de l'hydrogène «vert», il faut un accès au marché international et un registre des garanties d'origine.....7	
2.8	Un système de distribution doit être mis en place pour l'acheminement de l'hydrogène en Suisse. ....7	
2.9	La recherche et le développement demeureront importants. ....7	
3	Perspectives.....	8

# 1 Contexte

Le 28 août 2019, le Conseil fédéral a revu à la hausse son objectif à long terme concernant la réduction des émissions de gaz à effet en Suisse: à partir de 2050, la Suisse ne devra plus rejeter dans l'atmosphère davantage de gaz à effet de serre que ce que les réservoirs naturels et artificiels sont capables d'absorber, soit un objectif de zéro émission nette de gaz à effet de serre d'ici à cette échéance. Pour contrer les effets du réchauffement climatique, les énergies fossiles doivent être remplacées à terme par des alternatives renouvelables. Dans ce contexte, l'utilisation d'hydrogène «vert» – issu des énergies renouvelables –, est appelée à jouer un rôle décisif. De par la flexibilité qu'il offre en tant qu'agent énergétique, l'hydrogène «vert» permet le recours à des énergies renouvelables dans tous les domaines et favorise ainsi le couplage des secteurs, qui constitue une composante essentielle d'un secteur de l'énergie décarboné. En Suisse à l'avenir, ce sont principalement les branches difficiles à décarboner, telles que les transports longue distance, le trafic poids lourds, le trafic aérien ou maritime ainsi que l'industrie, qui recourront à l'hydrogène.

Jusqu'à présent, l'hydrogène ne jouait qu'un rôle secondaire dans la politique énergétique et climatique de la Suisse. Les Perspectives énergétiques 2050+ publiées par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) montrent toutefois que l'hydrogène, ainsi que d'autres carburants ou combustibles basés sur l'électricité d'origine renouvelable, peuvent apporter une contribution majeure à la réalisation de l'objectif de zéro émission nette à l'horizon 2050. L'OFEN élabore en ce moment une feuille de route 2050 sur l'hydrogène, qui doit montrer quels domaines se prêtent à l'utilisation de l'hydrogène, où il peut être produit et stocké, et de quelle façon, et définir les conditions réglementaires nécessaires au développement ciblé d'un marché de l'hydrogène en Suisse.

L'OFEN élabore la feuille de route sur l'hydrogène en concertation avec la branche et avec des représentants des principaux acteurs concernés. À l'issue d'une rencontre avec ceux-ci, l'OFEN a formulé les thèses ci-dessous, qui tiennent compte des avis exprimés.

## 2 Thèses

### 2.1 L'hydrogène contribue à la réalisation de l'objectif de zéro émission nette à l'horizon 2050.

L'hydrogène ainsi que les combustibles et carburants biogènes ou synthétiques peuvent remplacer les énergies fossiles dans les domaines particulièrement difficiles à décarboner. Le couplage des secteurs permet une utilisation directe de l'électricité renouvelable dans les secteurs de la chaleur et de la mobilité. Les secteurs de l'électricité, de la chaleur et de la mobilité seront ainsi de plus en plus imbriqués les uns dans les autres. L'hydrogène «vert» et les autres carburants ou combustibles basés sur l'électricité d'origine renouvelable devraient être utilisés principalement dans les domaines qui ne se prêtent pas à une utilisation directe de l'électricité. D'après les Perspectives énergétiques 2050+ (variante ZÉRO base), ils sont appelés à jouer un rôle accru en Suisse à partir de 2045. Dans la variante ZÉRO base, les agents énergétiques basés sur l'électricité («Power-to-X») représentent environ 10% de la consommation d'énergie finale de la Suisse avec 56 pétajoules, tandis que l'hydrogène représente environ 3% avec 16 pétajoules.

### 2.2 La Suisse mise sur l'hydrogène «vert» issu des énergies renouvelables.

À l'heure actuelle, la production d'hydrogène repose principalement sur les énergies fossiles (hydrogène «gris»), ce qui entraîne de fortes émissions de gaz à effet de serre. Au vu de l'objectif de zéro émission nette à l'horizon 2050, tous les secteurs devraient, à terme, utiliser exclusivement de l'hydrogène «vert» issu d'énergies renouvelables. Or, celui-ci n'est pas encore disponible à des conditions concurrentielles. Avec l'essor mondial que devrait connaître ce marché, débouchant sur des progrès techniques et des effets d'échelle, les coûts de revient devraient toutefois baisser sensiblement au cours des 10 à 20 prochaines années. Avec l'internalisation des coûts externes des agents énergétiques fossiles, l'hydrogène «vert» pourra à terme devenir concurrentiel. Cette évolution mérite d'être soutenue.

### 2.3 La production d'hydrogène vert requiert le développement des énergies renouvelables.

L'électrification croissante due au remplacement des énergies fossiles dans le secteur des transports (véhicules électriques) et dans celui du bâtiment (pompes à chaleur) induit une augmentation des besoins en électricité d'ici à 2050. Il faudra également davantage d'électricité pour le captage et stockage du carbone (CSC), pour la production de combustibles et de carburants synthétiques et pour

l'électrolyse de l'hydrogène. Un développement rapide des énergies renouvelables est par conséquent nécessaire afin de couvrir les besoins supplémentaires à l'avenir. Le développement des énergies renouvelables et leur utilisation pour l'électrolyse de l'hydrogène permettent de produire directement de l'hydrogène vert.

## 2.4 À l'avenir, l'hydrogène sera exploité pour l'approvisionnement énergétique de la Suisse là où son utilisation sera la plus judicieuse sur le plan économique et environnemental.

Selon toute vraisemblance, les secteurs difficiles à décarboner, tels que les transports longue distance, le trafic poids lourds, le trafic aérien ou maritime ainsi que l'industrie (chaleur de processus) seront les principaux utilisateurs de l'hydrogène. Dans les transports longue distance et le trafic poids lourds, l'hydrogène utilisé via des piles à combustible jouera un rôle dans la décarbonisation. Néanmoins, il sera alors en concurrence avec le trafic intérieur des marchandises par rail et la propulsion électrique alimentée par batterie. Le kérosène synthétique, produit à partir d'hydrogène, peut être utilisé dans le trafic aérien. Des véhicules électriques fonctionnant sur batterie s'imposeront probablement dans le trafic individuel motorisé en raison de leurs faibles pertes de transformation et de leur coût de production plus avantageux. L'autonomie de la batterie suffit d'ores et déjà à parcourir les distances quotidiennes usuelles et le réseau de recharge rapide connaît une extension continue. Le réseau de stations-service à hydrogène, qui est en train de se mettre en place en Suisse dans le cadre de diverses initiatives, sera également accessible aux voitures de tourisme. Il faut donc prendre en compte une faible proportion de voitures de tourisme et de livraison fonctionnant à l'hydrogène, laquelle pourrait progresser à plus long terme du fait du fort pouvoir d'achat en Suisse si des véhicules de ce type étaient proposés sur le marché.

## 2.5 Dans l'approvisionnement en chaleur, l'hydrogène «vert» est utilisé uniquement lorsqu'il n'existe pas d'alternative basée sur le renouvelable.

Par rapport à l'électrification directe, la décarbonisation au moyen de l'hydrogène «vert» implique un développement encore accru de la production d'électricité d'origine renouvelable en raison des importantes pertes de transformation. Dans le secteur de la chaleur, l'hydrogène «vert» devrait donc être mis à profit pour la production de chaleur de processus (à haute température). Par contre, pour la décarbonisation de la production de chaleur décentralisée, il faut privilégier l'utilisation directe d'électricité d'origine renouvelable en combinaison avec une pompe à chaleur. L'hydrogène «vert» ne

devrait être envisagé qu'à titre exceptionnel<sup>1</sup>, lorsque les autres solutions basées sur les énergies renouvelables sont difficilement réalisables en raison de circonstances extérieures ou entraînent d'importants surcoûts si on considère l'ensemble du cycle de vie.

## 2.6 La planification du stockage saisonnier de l'hydrogène «vert» doit être abordée à un stade précoce.

L'hydrogène «vert» peut servir au stockage d'énergie provenant de sources renouvelables. Il peut ainsi contribuer à réguler les fluctuations saisonnières et à prévenir des situations de pénurie dans l'approvisionnement en électricité pendant le semestre d'hiver. Toutefois, en raison des pertes de rendement importantes et parce que l'hydrogène «vert» est pour l'heure encore peu disponible, sa reconversion en électricité demeure peu efficace et coûteuse. Par conséquent, la priorité est actuellement donnée à la couverture des besoins en hydrogène «vert», appelés à croître à court terme en raison de la décarbonisation. Le stockage saisonnier d'hydrogène produit en Suisse va gagner en pertinence à moyen et long terme, d'où la nécessité d'aborder dès aujourd'hui, suffisamment tôt, le stockage (saisonnier) d'hydrogène, y compris dans le contexte de la sécurité d'approvisionnement.

En raison de la faible densité de l'hydrogène, il faut de grands réservoirs, tels que des cavités salines ou des gisements de gaz épuisés, pour pouvoir stocker d'importantes quantités d'hydrogène sur de longues périodes. Or, la Suisse ne possède pas, à l'heure actuelle, l'infrastructure nécessaire au stockage saisonnier de l'hydrogène. En l'état actuel des connaissances, la capacité de développement de cette dernière est limitée et requiert des investissements considérables. C'est pourquoi l'hydrogène produit en Suisse sera, pour l'essentiel, destiné à une consommation immédiate<sup>2</sup>. Une reconversion de l'hydrogène en électricité au service du système pendant des périodes de forte demande ne sera donc vraisemblablement possible qu'avec de l'hydrogène («vert») importé. Une autre possibilité consiste à transformer l'hydrogène en méthane synthétique. Le méthane possédant une densité énergétique volumétrique plus élevée, les besoins en stockage sont réduits en conséquence. Il convient toutefois de noter que la transformation est énergivore et que les capacités de stockage de grandes quantités de méthane doivent encore être instaurées.

---

<sup>1</sup> L'hydrogène peut, au besoin, servir également à couvrir la charge de pointe dans les réseaux thermiques.

<sup>2</sup> En raison du volume de stockage limité en Suisse, une participation dans une installation de stockage à l'étranger doit également être envisagée (comme c'est le cas avec l'installation de stockage de gaz naturel d'Étrez en France).

## 2.7 Pour importer de l'hydrogène «vert», il faut un accès au marché international et un registre des garanties d'origine.

La production indigène d'hydrogène «vert» ne sera possible que dans une moindre mesure en raison du potentiel de développement limité de l'électricité d'origine renouvelable et de la demande croissante en électricité liée à l'électrification accrue du système énergétique suisse. C'est ce que montrent également les Perspectives énergétiques 2050+. La production se fera vraisemblablement directement via des centrales au fil de l'eau et des usines d'incinération des ordures ménagères pendant les périodes où les prix de l'électricité sont bas. Pour pouvoir importer de l'hydrogène «vert», la Suisse a besoin d'un accès direct au marché intérieur de l'Union européenne (UE) et, le cas échéant, d'un accord avec des États tiers. L'hydrogène «vert» importé doit être étayé par des garanties d'origine afin d'attester de son mode de production et de sorte qu'il ne soit pris en compte qu'une seule fois dans la consommation d'énergie finale. C'est la seule façon de tenir compte de la plus-value écologique de l'hydrogène «vert» importé. Pour ce faire, il faut un registre des garanties d'origine, lequel est en cours d'élaboration avec une entrée en vigueur prévue en 2024.

## 2.8 Un système de distribution doit être mis en place pour l'acheminement de l'hydrogène en Suisse.

Pour assurer le développement du marché de l'hydrogène en Suisse et pour gérer les importations nécessaires d'hydrogène et de gaz synthétiques, il faut viser un réseau de distribution de l'hydrogène, stations-service comprises, couvrant l'ensemble du territoire, en tirant parti, chaque fois que possible, de l'infrastructure déjà existante. La Confédération établira les conditions-cadres nécessaires.

## 2.9 La recherche et le développement demeureront importants.

L'OFEN soutient depuis longtemps des projets de recherche et des projets pilotes et de démonstration. Des initiatives issues de l'économie privée, telles que le projet *Hyundai Hydrogen Mobility* de l'association Mobilité H2 Suisse, montrent que les débouchés pour l'hydrogène sont actuellement en bonne voie et parviendront à l'avenir à concurrencer les énergies fossiles. Pour que la Suisse puisse être approvisionnée avec de l'hydrogène «vert» avantageux en quantité suffisante, il est important de continuer à développer la recherche et de tester l'introduction sur le marché de technologies plus performantes et moins coûteuses au moyen de projets pilotes et de démonstration. La Confédération mettra à disposition les ressources nécessaires.

### 3 Perspectives

L'hydrogène devrait être utilisé lorsque le recours direct à l'électricité d'origine renouvelable n'est pas possible. Il peut remplacer les énergies fossiles dans les secteurs particulièrement difficiles à décarboner et contribuer ainsi à réduire les gaz à effet de serre dans l'industrie lourde et la chimie et, comme carburant, dans les transports longue distance, le trafic poids lourds, le trafic aérien ou maritime. L'hydrogène se prête par ailleurs au stockage d'énergie d'origine renouvelable. À l'heure actuelle, l'hydrogène ne représente encore qu'une part infime de l'approvisionnement énergétique de la Suisse. Produit à partir de gaz naturel, il sert essentiellement de matière première dans les raffineries de pétrole et dans les secteurs de l'industrie et de la chimie. L'hydrogène «vert» doit être utilisé en priorité dans ces domaines, car il n'existe que peu d'alternatives pour remplacer l'hydrogène «gris». L'hydrogène représentera néanmoins une étape importante sur le chemin menant à la neutralité climatique.

Pour étayer les thèses formulées, les démarches suivantes sont nécessaires:

1. Une **feuille de route sur l'hydrogène** doit être élaborée en concertation avec la branche sur la base des Perspectives énergétiques 2050+ et de la stratégie climatique à long terme 2050 du Conseil fédéral. Elle doit esquisser l'évolution progressive vers un secteur de l'hydrogène propre en Suisse. En se fondant sur une comparaison des coûts et de l'impact environnemental générés par d'autres alternatives servant à la décarbonisation, il faudra évaluer les quantités d'hydrogène nécessaires dans les différents domaines d'utilisation, définir des valeurs indicatives à moyen et long termes pour l'installation d'électrolyseurs offrant la puissance nécessaire et déterminer quels sites sont adaptés à la production d'hydrogène et d'agents énergétiques synthétiques en Suisse. Dans le même temps, il conviendra de déterminer si seul l'hydrogène «vert» doit être utilisé en Suisse, ou si l'hydrogène «bleu»<sup>3</sup> doit être admis pendant une période de transition.

La feuille de route doit aussi servir à l'élaboration du cadre réglementaire nécessaire pour que la Suisse dispose d'un marché de l'hydrogène performant. Elle doit montrer dans quelle mesure et à quel prix une reconversion de l'hydrogène en électricité peut à l'avenir contribuer à la sécurité de l'approvisionnement en électricité pendant le semestre d'hiver. La Suisse s'efforce par ailleurs de participer aux instances qui traitent cette problématique au sein de l'UE et de

---

<sup>3</sup> L'hydrogène «bleu» est produit à partir d'**énergies fossiles**, mais le **CO<sub>2</sub>** occasionné est capturé et **stocké**.

l'Agence internationale de l'énergie (AIE) pour avoir son mot à dire dans le développement des normes internationales.

2. Une **vue d'ensemble des réseaux de gaz, d'hydrogène et de CO<sub>2</sub> et de leurs interdépendances** doit également être établie pour offrir un aperçu global de l'infrastructure réseau nécessaire à la décarbonisation du secteur de l'énergie, secteur de la chimie inclus. Elle doit montrer où un réseau de distribution de l'hydrogène (infrastructure existante et infrastructure nouvelle) doit être aménagé à l'avenir et à quel prix (stations-service incluses) pour assurer le développement prévu du marché de l'hydrogène en Suisse et gérer les importations nécessaires d'hydrogène et de gaz synthétiques. La Confédération créera le cadre réglementaire nécessaire, en prenant notamment en considération l'absence d'infrastructure permettant le stockage d'importantes quantités d'hydrogène.

Il conviendra de déterminer dans quelle mesure le réseau de distribution de gaz existant pourra faire partie du futur réseau d'hydrogène. Pour ce faire, on procédera à une analyse des futurs sites de production d'hydrogène et d'autres «Power-to-X» ainsi que des sites de captage et de transport du CO<sub>2</sub>. Concrètement, la question se pose de savoir où de telles installations de production peuvent être implantées et vers quels sites l'hydrogène et les gaz synthétiques seront acheminés. Où le CO<sub>2</sub> sera-t-il capté (p. ex. dans des installations de valorisation des déchets ou dans l'industrie du ciment), où sera-t-il utilisé et quelles proportions devra avoir l'infrastructure de réseau correspondante? Quelles sont les synergies existantes avec d'autres réseaux qui devraient être mises à profit (dans l'optique de «corridors de réseaux»)?

Plus largement, il faudra aussi mettre en lumière le futur rôle de l'axe de transit du gaz dans le transport international d'hydrogène, par exemple de l'Italie (ports de la Méditerranée, mais aussi production en Italie) vers l'Allemagne et d'exposer les opportunités et les défis que la Suisse sera appelée à relever dans ce domaine. Les travaux doivent être réalisés en prenant en compte les plans de développement des réseaux en Europe. Le but est, d'une part, d'esquisser le développement coordonné du réseau pour un futur système énergétique global performant impliquant un couplage des secteurs et, d'autre part, de définir les corridors de réseaux correspondants en Suisse en tenant compte des planifications dans l'UE. Avec la mise en place d'un réseau de transport, la situation géographique de la Suisse peut favoriser le développement d'un site de négoce naturel de l'hydrogène.

3. Le rapport du Conseil fédéral [Captage et stockage du CO<sub>2</sub> \(CSC\) et technologies d'émission négative \(NET\). Leur contribution possible, par étapes, à l'objectif climatique à long terme](#) présente l'orientation stratégique de la Confédération dans ce domaine et décrit les mesures

actuelles et prévues. Les connaissances à acquérir dans le cadre de la feuille de route sur l'hydrogène et à la vue d'ensemble des réseaux de gaz, d'hydrogène et de CO<sub>2</sub> et de leurs interdépendances doivent s'appuyer sur les mesures déjà en cours qui découlent de ce rapport. Une attention particulière devra être portée à la collaboration internationale et aux conventions internationales, à la réglementation du transport et du stockage ainsi qu'à la définition des compétences et des responsabilités. Une bonne gestion de ces deux domaines, qui présentent des défis communs, requiert une étroite collaboration. Le développement d'une stratégie pour les réseaux s'accompagne du réexamen de l'actuelle **législation sur les installations de transport par conduites**: les premières clarifications juridiques montrent que des conduites dédiées exclusivement à l'hydrogène n'entrent pas dans le champ d'application de la loi sur les installations de transport par conduites. Une révision de l'ordonnance correspondante est dès lors nécessaire pour soumettre des conduites dédiées exclusivement à l'hydrogène ou des conduites de gaz naturel intégrant un mélange comprenant de l'hydrogène à la législation sur les installations de transport par conduites. Les règles de procédure et les dispositions régissant la sécurité – notamment en ce qui concerne la part croissante d'hydrogène dans le mélange – devront être examinées et adaptées le cas échéant. Il conviendrait aussi de contrôler si le transport du mélange méthane-hydrogène et celui d'hydrogène pur dans des conduites doivent être réglés dans une ordonnance spéciale. La question de la surveillance ainsi que la répartition des compétences entre la Confédération et les cantons pour ce qui est du transport du mélange méthane-hydrogène et des conduites dédiées exclusivement à l'hydrogène devront, elles aussi, être examinées.

4. Un **registre pour les combustibles et carburants renouvelables ou synthétiques, sous forme liquide ou gazeuse**, devra encore être créé. En parallèle, un système de garanties d'origine devra être développé (y compris pour le CO<sub>2</sub> capté) en étroite collaboration avec l'UE, car la Commission européenne élabore des critères à l'échelle de l'Europe pour la certification de l'hydrogène renouvelable et à faible teneur en carbone. Il faudra en parallèle s'assurer que lors de l'importation d'hydrogène «vert», de biogaz ou de gaz synthétiques, le transfert statistique se fasse du pays d'exportation vers la Suisse dans le registre des gaz à effet de serre.
5. Sur la base de la feuille de route sur l'hydrogène, il conviendra de clarifier quelles autres initiatives sont nécessaires dans le **domaine de la recherche et du développement** (projets pilotes et de démonstration) pour favoriser l'émergence d'un marché de l'hydrogène en Suisse. Dans le même temps, il conviendra de vérifier si la Suisse est intégrée dans toutes les initiatives

internationales les plus importantes, en particulier au sein de l'UE, et comment les coopérations internationales existantes dans le secteur de la recherche portant sur les technologies Power-to-X peuvent être approfondies.

6. En ce qui concerne les mesures réglementaires, des systèmes d'incitation sont d'ores et déjà examinés pour le secteur de l'hydrogène **dans le cadre de la future loi sur l'approvisionnement en gaz**. D'autres systèmes d'incitation seront étudiés lors de l'élaboration de la feuille de route sur l'hydrogène. Des critères de qualité environnementaux devront être définis pour un éventuel soutien à l'hydrogène «vert» ainsi qu'à d'autres combustibles et carburants d'origine renouvelable. Des travaux menés parallèlement à la feuille de route sur l'hydrogène portent sur la modification de la loi sur la protection de l'environnement (LPE) et des ordonnances correspondantes; ils se déroulent sous l'égide de l'Office fédéral de l'environnement. Dans l'idéal, les exigences doivent être définies en tenant compte des réglementations de l'UE. Il faut éviter de créer une exception suisse.