

Rencontres sur l'hydrogène 2023

Vendredi 13 octobre, Centre de Convention by ArchParc (Archamps)

Compte-rendu

1. Introduction

LE DÉVELOPPEMENT D'UNE FILIÈRE HYDROGÈNE PRENDRA DU TEMPS : LES CONSTATS ÉTABLIS LORS DES [RENCONTRES SUR L'HYDROGÈNE 2022](#) RESTENT D'ACTUALITÉ EN CE QUI CONCERNE LE DÉVELOPPEMENT DE LA CHAÎNE DE PRODUCTION, DES RÉGLEMENTATIONS, DES USAGES OU ENCORE DE LA FORMATION - POUR NE CITER QUE CES DOMAINES.

Malgré la hausse des financements mondiaux, de US\$ 239 à 320 milliards entre mai 2022 et janvier 2023 ainsi que du nombre de projets d'envergure qui a presque doublé (de 684 à 1046 sur la même période), de nombreuses problématiques restent à résoudre avant que l'hydrogène ne prenne définitivement sa place parmi les énergies d'avenir.

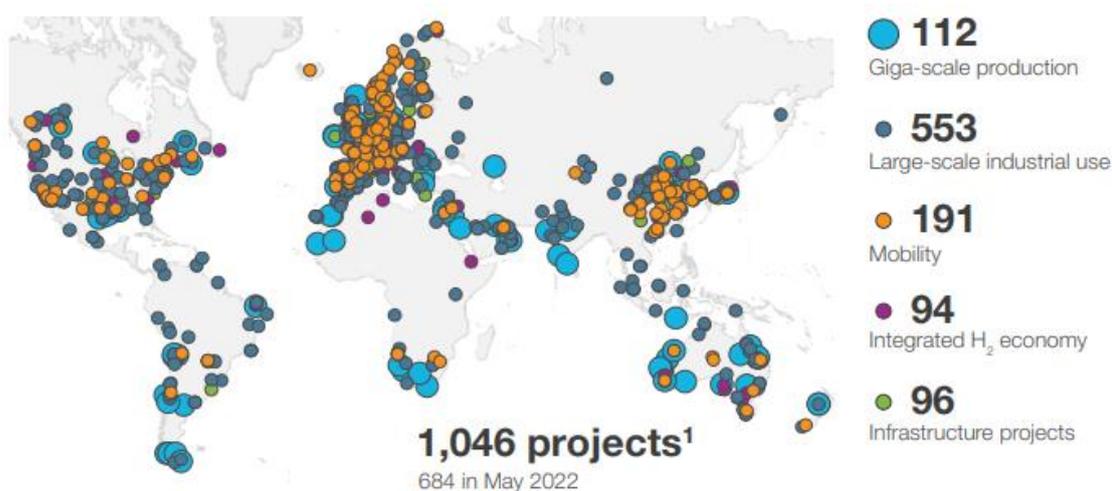


Figure 1 : projets H₂ en cours - [Hydrogen Insights 2023](#)

Ce compte-rendu expose les éléments-clés abordés lors des échanges, en commençant par la **formation**. Ce pilier fondamental doit assurer la disponibilité des compétences (en qualité et en nombre) nécessaires au développement de la filière.

Ensuite, les **infrastructures** pourront être développées à l'aide de divers types de **financements**, publics et privés, en accord avec les réglementations en vigueur.

L'ensemble permettra à plus long terme d'optimiser et d'interconnecter les **réseaux** de façon globale.

2. Scénarios prospectifs

LES TENDANCES LOURDES ET POINTS DE BIFURCATION POTENTIELS DE L'HYDROGÈNE ONT ÉTÉ PRÉSENTÉS AFIN D'APPORTER UNE COMPRÉHENSION DES DÉFIS ET OPPORTUNITÉS DU MARCHÉ. CES ÉLÉMENTS ONT SERVI DE BASE POUR ÉLABORER DES AXES DE DÉVELOPPEMENT POSSIBLES QUI, UNE FOIS PONDÉRÉS ET COMBINÉS, PERMETTENT DE CONSTRUIRE DES SCÉNARIOS. CINQ AXES DE DÉVELOPPEMENT ONT ÉTÉ PRÉSENTÉS.

1. Perte d'intérêt dans le secteur

- Promesses non tenues, manque de performance
- Projets phares interrompus
- Accidents

→ **Stagnation de la technologie voire déclin de la production d'H₂**

2. Usage de niche

- Augmentation des coûts et de la demande électrique
- Stagnation ou chute du prix du baril
- Développement de technologies alternatives à l'électrolyseur pour produire l'H₂
- Les autres vecteurs, telles que les batteries, deviennent plus compétitives

→ **Augmentation des quantités produites puis plateau d'ici quelques années, en raison de la disponibilité des différentes ressources**

3. Investissements par les entreprises

- « Dérisquer » la chaîne de valeur
- Consortiums privés et développement d'un écosystème viable
- Augmentation du ROI, de la fiabilité et de la mise à l'échelle
- Augmentation du prix du baril

→ **Hausse des quantités produites mais plateau prévu à moyen terme, limité par les disponibilités en énergie**

4. Surplus d'énergie et actions politiques

- Plan politique H₂, alignement avec l'UE
- Accès au marché global
- Réglementation sur l'H₂ gris dans l'industrie
- Surplus de photovoltaïque selon les projections de l'OFEN

→ **Augmentation lente jusqu'à l'application des réglementations et l'accès au marché global d'H₂**

5. H₂ blanc

- Découverte de gisements d'H₂ naturel exploitables
- Carburant synthétique bas carbone
- Générateur énergétique (pile à combustible) indigène + H₂ bas carbone

→ **Grosse prise de marché**

Les scénarios prospectifs sont des récits de futurs possibles. Il s'agira de rester attentifs aux signaux, même faibles, et aux tendances lourdes (politiques, économiques, environnementaux, etc.) de ces prochaines années afin de réévaluer régulièrement la probabilité de chacun d'eux.

3. Formation

LA FORMATION PROFESSIONNELLE EST UN ÉLÉMENT-CLÉ DE LA CHAÎNE DE VALEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT D'UN ÉCOSYSTÈME HYDROGÈNE. IL Y A **URGENCE** À PRENDRE EN MAIN LE DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES DANS CE DOMAINE. ACTUELLEMENT, PEU DE GENS SONT FORMÉS ET ILS LE SONT GÉNÉRALEMENT « EN INTERNE », EN FONCTION DES BESOINS DES ENTREPRISES.

- **En France**, les besoins sont estimés à 100 000 emplois en 2030 (chefs de projet, commerciaux, techniciens de maintenance et d'exploitation, développement d'affaires et designers).
 - 349 sessions de formation potentielles selon France-Hydrogène ([rapport DEF'Hy](#)), dont 28% situées en région ARA.
 - Exemple de filière existante : SYMBIO Hydrogen Academy
 - Un dispositif de formation unique, au service de l'emploi dans la filière hydrogène en Région Auvergne Rhône-Alpes.
 - Un objectif de montée en compétence rapide, facteur clé de compétitivité pour le secteur.
- **En Suisse**, pas de réelle prise en main de la formation hydrogène ; peu voire pas d'intérêt des acteurs du monde du travail.
- **Domaines de formation à développer**
 - Généralités – pour les décideurs/entrepreneurs/collectivités publiques
 - Sécurité – pour le personnel ayant des liens directs ou indirects avec l'H₂
 - Applications – socle de base pour le personnel en contact avec l'H₂.
- Le développement des compétences dans le domaine de l'H₂ doit être pris en main :
 - Court terme : formations modulaires et notions sur l'H₂ dans les formations concernées
 - Moyen terme : formations courtes (1 an en spécialisation : post BAC, post BTS et post ingénieur)
 - Long terme : modifier les référentiels, création de nouveaux diplômes
 - En continu : anticiper la formation de formateurs et développer des moyens d'enseignement.
- Point d'attention : concurrence entre les besoins des domaines émergents quant aux ressources humaines possédant des compétences spécifiques (H₂, batteries, piles à combustible, etc.)

4. Réseaux d'acteurs

INTÉGRER TOUTE LA CHAÎNE DE VALEUR DANS UN ÉCOSYSTÈME RÉGIONAL : OFFRE/DEMANDE, PRODUCTION, DISTRIBUTION, RECHERCHE ET INNOVATION, DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES, COOPÉRATION UE + INTERNATIONALE.

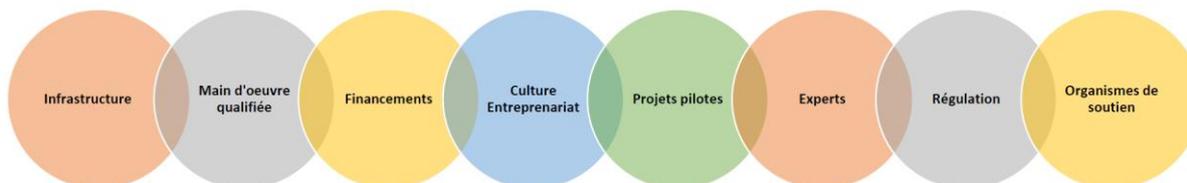


Figure 2 : chaîne de valeur du projet GOH!

Plusieurs projets de réseau en cours de mise en place

- **ZERO Emission Valley** (ZEV) mis en œuvre par HYmpulsion
 - Porté par la Région Auvergne-Rhône-Alpes : déploiement de plus de 400 véhicules légers à hydrogène (utilitaires et tourisme) et plus de 115 bus, camions et autocars + mise en exploitation d'électrolyseurs et de stations de ravitaillement adaptées.
 - Capacités initiales de distribution de 400 kilos d'hydrogène / jour, les stations commandées seront évolutives jusqu'à 1,3t/j.
- **REMEDI (Réussir l'EfficiencE des Mobilités d'Excellence Décarbonées)** porté par Lyon 1 avec l'École Centrale de Lyon, l'INSA Lyon, STRATE, trois lycées et plus de 25 entreprises.
 - Créer un réseau de 6 sites équipés de moyens de recharge électrique-hydrogène et de véhicules, affectés à différents lieux d'enseignement (~30kW électrique et 10-15 kg H₂/jour)
 - Développer l'offre de formation sur la conception, réalisation, validation et maintenance des véhicules décarbonés (niveaux Bac+3 à Bac+8),
 - Mettre en place un outil mobile de présentation des enjeux de la mobilité décarbonée (électrique et hydrogène) et de promotion des métiers.
- **Réseau lémanique** de l'hydrogène utilisant le modèle de chaîne de valeur créée avec le **projet [GoH!](#)**
- Déploiement d'un réseau hydrogène dans la **vallée de l'Arve** → **ARV'Hy**

5. Financement, entrepreneuriat et cadre réglementaire

- **France-Suisse...**
 - Des niveaux d'investissement très différents
 - ... mais des défis communs sur les technologies et la formation.
- Le développement de la filière H₂ dans le cadre de la transition énergétique :
 - Représente une opportunité de croissance économique pour les entreprises
 - Aura un impact environnemental et social sur les régions
 - Nécessite d'identifier les pistes de développement et d'animer les réseaux
 - Bénéficie des externalités positives (H₂ vert).
- Vision : € 5 / kg d'H₂ vert pour la rentabilité face aux autres vecteurs énergétiques.

Année	Green		Green – ohne NNE		Blue		Grey	
	CHF/MWh	CHF/kg	CHF/MWh	CHF/kg	CHF/MWh	CHF/kg	CHF/MWh	CHF/kg
2021	321	10.71	198	6.61	115	3.82	111	3.70
2022	578	19.26	455	15.61	227	7.56	222	7.41
2023	318	10.61	195	6.51	109	3.64	114	3.81

Figure 3 : valeurs annuelles moyennes selon le [baromètre H₂ suisse](#) d'octobre 2023 (€ 1 = CHF 1)

- Les organisations philanthropiques et les pouvoirs publics ont un important rôle à jouer en tant que catalyseurs des projets de transition → entrer dans le cercle vertueux de l'offre et de la demande
- **En France**, le [plan Hydrogène](#) et d'importants soutiens financiers permettent la mise en œuvre de projets d'envergures
 - Projets actuels de recherche (€ 7 milliards d'ici 2030) :
 - € 2.1 milliards pour le soutien aux entreprises de production d'électrolyseurs et piles à combustibles
 - € 4 milliards pour le soutien à la production d'H₂
 - Les financements privés se débloquent plus facilement une fois la technologie bien implantée et les conditions-cadre bien définies (Zero Emission Valley).
- **En Suisse**, manque de vision/soutien : une stratégie est attendue pour 2024. La Suisse sera, dans tous les cas, impactée par les décisions de ses voisins européens.
 - Les entreprises vont rechercher des cadres réglementaires adaptés à leur développement. Risque pour la Suisse de « manquer le train hydrogène ».

6. Points essentiels – éléments transversaux

- **Multiplier et faire varier les projets afin de les adapter aux usages locaux qui sont variables d'une région à l'autre.**
 - Le potentiel que représente l'hydrogène est très dépendant des conditions extérieures (situation géographique, écosystème industriel, etc.).
 - L'hydrogène consommé en Europe ne sera que minoritairement produit en Europe.
- **Prioriser les industries difficiles à décarboner** (haute température, mobilité lourde, stockage saisonnier, ...)
 - Activer les usages les plus évidents (ex : transport poids lourds) sans attendre la disponibilité de ressources renouvelables locales pour la production d'H₂ vert afin d'amorcer le développement de la filière. La substitution de l'H₂ gris pourra se faire dans un second temps.
 - L'hydrogène est une technologie pertinente et complémentaire pour les secteurs difficiles à décarboner par l'électricité mais la transformation P2H2P demeure trop chère en l'absence de surplus de production estivaux.
- **Développer des synergies équilibrées Hydrogène-Électricité** → ne pas viser le « tout hydrogène » si des solutions électriques efficaces existent
 - La mise en place d'installations de production d'H₂ à partir d'hydro-électricité n'est pas une solution (détournement d'un usage direct d'électricité verte).
 - Dépendance aux facteurs extérieurs : en regard de la filière "batteries" le développement du vecteur énergétique H₂ est favorable du point de vue de la disponibilité des matériaux.
- **Développer les usages et les infrastructures**
 - Équilibre financier et prix H₂ correct mais problèmes de débouchés et transport (ex. : SIG).
 - Les clusters tels que *Réseau H₂ lémanique* ou *Zero Emission Valley* sont d'importants catalyseurs pour le développement des chaînes de valeur.
- **Développer rapidement les connaissances** (essayer et apprendre des erreurs) → processus itératif (rejoindre un système global dans un second temps, sinon risque de frein au développement)
 - La disponibilité de stations-services mobiles permet par exemple d'expérimenter l'usage local avant l'implantation de stations fixes.
- **Plusieurs avancées technologiques sont en cours de développement**
 - L'exploitation d'H₂ blanc prendra beaucoup de temps et il n'y a aucune certitude sur les coûts.
 - Stockage dans des hydrures (Jomi Leman, ...)
 - Électrolyse sans membrane et réduction CAPEX/OPEX ([REMA](#), [DAES](#) HiPHEL, ...)
 - Pile à combustible ammoniacque ([Neology](#), ...)
 - ...