



**HEFP**

HAUTE ÉCOLE FÉDÉRALE  
EN FORMATION  
PROFESSIONNELLE

*L'excellence suisse  
en formation professionnelle*



# GoH! FORMATION

Comment définir le contenu des formations pour les adapter à  
l'évolution rapide du marché du travail ?

Identification des compétences de la chaîne de valeur H2 -  
Démarche d'analyse de l'activité autour d'un prototype.



**Avec la collaboration de**

Centre pour le Développement des  
métiers, HEFP  
La Fondation Nomads  
Les partenaires GoH!  
Participation du Réseau H2

# TABLE DES MATIÈRES

## 04 **Résumé**

---

## 05 **Introduction**

Situation initiale  
Objectifs spécifiques  
Méthodologie  
Limites

---

## 08 **Branches et métiers impactés**

---

## 10 **Référentiels de compétences**

### **Goh! Formation**

Comment définir le contenu des formations pour les adapter à l'évolution rapide du marché du travail ?

Identification des compétences de la chaîne de valeur H2 -  
Démarche d'analyse de l'activité autour d'un prototype.

Connaissances de base  
Compétences spécifiques métier  
Mécanique sur véhicule H2  
Conduite de poids lourds à hydrogène  
Production d'H2  
Distribution d'H2

## 35 **Formation en Suisse**

Formation informelle  
Formation formelle  
Recommandations

---

## 38 **Conclusion**

---

## 39 **Perspectives**

---

## 40 **Références**

---

## 42 **Remerciements**

# 1. RESUME

Le rapport ci-après présente les résultats du projet GoH ! formation (Generation of Hydrogen), une initiative pionnière visant à évaluer et définir les besoins en éducation et en formation pour la filière de l'hydrogène.

En analysant les activités clés liées à l'entretien des camions à hydrogène, à la logistique ainsi qu'à la production et à la distribution d'hydrogène, cette étude offre une première vue d'ensemble des compétences nécessaires pour répondre aux besoins de cette filière en développement.

Ancré dans le contexte suisse, le projet GoH ! fournit également des recommandations pour renforcer la préparation de la main-d'œuvre et aligner les programmes de formation sur les besoins spécifiques des industries liées à l'hydrogène.

Le rapport met en lumière plusieurs constats concernant l'intégration de l'hydrogène dans le paysage professionnel suisse et son impact sur le système de formation : il souligne les lacunes du système de formation professionnelle actuel face à cette nouvelle technologie. Le système peine à s'adapter rapidement, et les curricula existants ne couvrent pas suffisamment les compétences spécifiques requises pour travailler avec l'hydrogène.

Face à ce manque, les entreprises innovantes dans le domaine de l'hydrogène se voient contraintes de former elles-mêmes leurs collaborateurs techniques. Cette situation crée des disparités entre les entreprises et risque d'aboutir à une pénurie de main d'œuvre qualifiée freinant l'innovation et l'exploitation de l'hydrogène en tant que vecteur de la transition énergétique.

Le rapport identifie quatre domaines clés nécessitant des compétences dans la chaîne de valeur liée à la mobilité lourde : la mécanique des véhicules à hydrogène, la conduite de poids lourds à hydrogène, la production d'hydrogène, ainsi que sa distribution et son stockage.

Pour répondre à ces besoins, le développement de nouvelles certifications spécifiques est recommandé. Celles-ci permettraient de standardiser les connaissances et d'assurer la sécurité dans la manipulation de cette technologie.

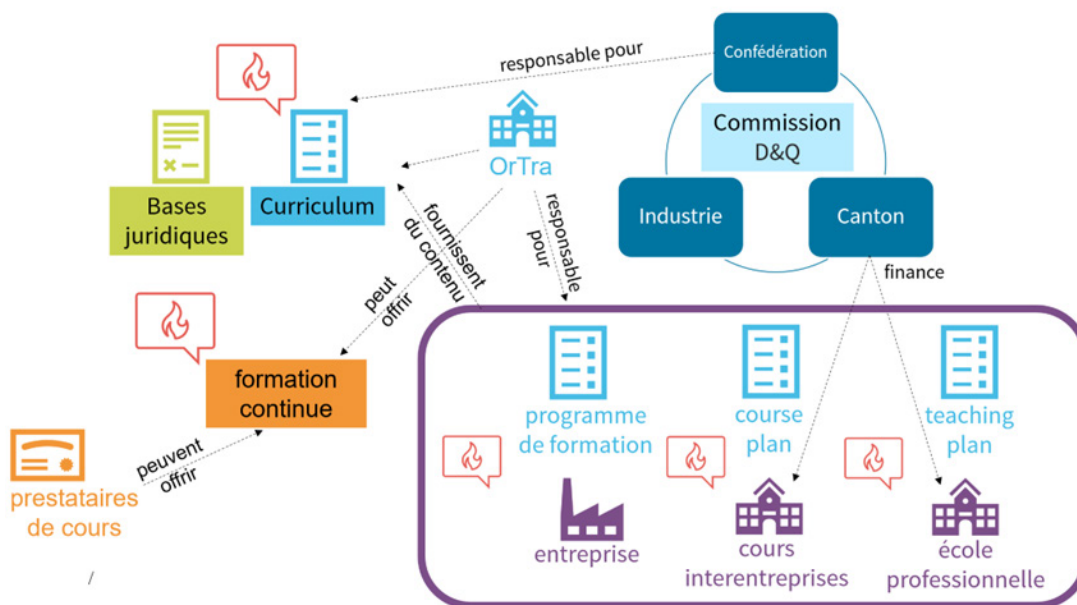
Ces constats mettent en évidence la nécessité d'une adaptation proactive de la formation professionnelle suisse pour relever les défis et saisir les opportunités liées à l'intégration de l'hydrogène dans le paysage professionnel.

## 2. INTRODUCTION

En Suisse, le développement de la formation professionnelle repose sur un système complexe. S'il est plébiscité sur le plan national et observé à l'international, c'est parce qu'il s'articule autour d'un fort partenariat public-privé qui implique les différents niveaux de l'état, les instituts de formation et le monde économique (voir schéma ci-dessous). Cette fine mécanique a jusqu'ici fait ses preuves en matière de développement de compétences et d'employabilité des jeunes. Néanmoins, il en résulte une certaine lenteur des processus, en particulier dans la formation initiale où la régulation des différents acteurs est importante. L'adaptation des curricula prend environ deux à trois années entre le début d'un projet et l'entrée en formation d'une première volée, dont les apprenties et apprentis ne seront sur le marché de l'emploi que trois à quatre ans plus tard.

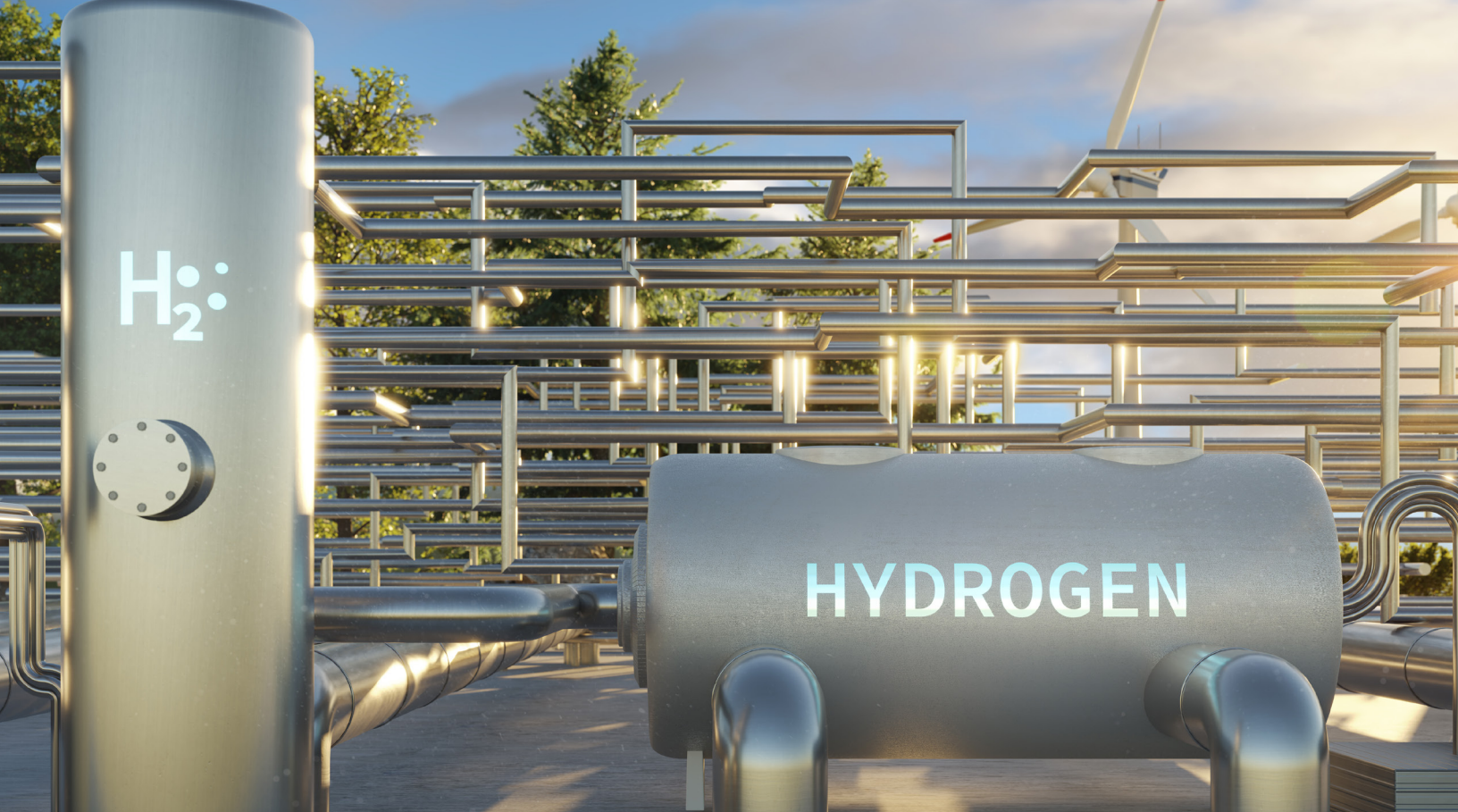
Par ailleurs, ce sont les branches professionnelles, via les OrTras<sup>1</sup>, qui pilotent les révisions de formation et ancrent leurs réflexions de développement spécifiquement pour leur champ professionnel. Dans un monde du travail avec des évolutions toujours plus rapides, ce système montre quelques limites, notamment lorsqu'il est confronté à de nouvelles technologies et aux tendances émergentes transverses aux différents corps de métiers. Le volet formation du projet GoH a pour intention de mettre en exergue, via un cas concret, une approche prospective permettant d'analyser l'impact d'une innovation sur divers domaines et de dégager des pistes d'action pour le développement des formations y relatives.

Schéma "partenariat de la formation professionnelle" :  
F. Wettstein, HEFP 2024



<sup>1</sup> Organisation du monde du Travail. Dans le système de formation professionnelle suisse, ces or-ganes responsables assument pour leur branche, en matière de développement des professions, la responsabilité d'une ordonnance sur la formation professionnelle initiale, d'un règlement d'examen ou d'un plan d'études cadre d'une école supérieure (SEFRI, 2019)





## 2.1 Situation initiale

La Fondation Nomads a réuni Migros Genève, Green GT, les SIG et Larag autour du projet GoH!<sup>2</sup> qui consiste à développer un prototype de camion à hydrogène de 40 tonnes pour effectuer des tournées d’approvisionnement de Migros Genève. A terme, l’objectif est d’alimenter le poids lourd en hydrogène décarboné local et créer ainsi un “écosystème H2” régional.

Parallèlement à la coordination technique et logistique du projet, la fondation Nomads, dans le cadre de son hub “Futur des Jobs”, a mandaté la HEFP dès 2020 afin d’identifier les compétences professionnelles et besoins en formation nécessaires au développement et à la promotion de la filière hydrogène suisse.

## 2.2 Objectifs spécifiques

- Identifier les branches professionnelles et métiers concernés et/ou impactés par le développement de l’hydrogène
- Développer des référentiels de compétences spécifiques à l’hydrogène
- Déterminer l’écart entre les plans de formation existants et les compétences à développer
- Elaborer des recommandations pour l’intégration des contenus identifiés dans les dispositifs de formation existants

## 2.3 Méthodologie

La HEFP s'appuie sur la méthode DACUM<sup>3</sup> qui permet de développer des programmes de formation en se basant sur l'analyse d'activités et partant du principe que les professionnels eux-mêmes sont les plus à même de détailler leur profession. L'analyse de l'activité a été initialement prévue pour chaque maillon de la chaîne de valeur H2 du prototype GoH, en tant que projet démonstrateur.

- Activités de conception, assemblage, entretien du camion : GreenGT/Larag
- Activités d'exploitation du camion : Migros GE
- Activités de production et distribution d'hydrogène : SIG/Migrol

Cette démarche prospective a été impactée par divers impondérables auxquels font face les partenaires de GoH. D'une part, la mise au point technique du camion, dans le contexte du COVID, puis de difficultés d'approvisionnement en pièces dues à la situation géopolitique mondiale, ont pris plus de temps que prévu. D'autre part, les difficultés rencontrées pour l'homologation ne permettent actuellement pas une exploitation du prototype en situation réelle, c'est-à-dire au quotidien pour les livraisons de marchandises.

En outre, la production d'hydrogène décarboné sur le sol genevois est retardée. Le projet de construction d'un site de production ayant été redimensionné, il doit maintenant passer par différentes études de faisabilité afin de pouvoir être concrétisé. Par conséquent, d'autres acteurs ont participé et partagé leur quotidien professionnel en lien avec l'hydrogène permettant l'élaboration des référentiels de compétences.

La modélisation de l'approche du projet GoH a été décrite dans le document "From Innovation to competencies" (Wettstein F., HEFP, 2024), de manière à pouvoir être transférée à d'autres domaines et mener une réflexion sur l'intégration de nouveaux contenus dans des dispositifs de formation existants, notamment dans le système de formation professionnelle en Suisse.



## 2.4 Limites

La méthode DACUM plébiscite le travail en atelier, car le travail en groupe permet d'obtenir un résultat consensuel, affiné par des opinions et des discussions différentes, et il peut motiver réciproquement les participants à viser un résultat de haute qualité (Norton, 1997). Or l'organisation de tels ateliers n'a pas pu être généralisée pour le projet GoH, tout simplement parce que peu de personnes sont actuellement actives dans le domaine. Bien que le travail d'identification des compétences ait été mené par des interviews, des observations directes de professionnels et une veille scientifique, les résultats obtenus ne représentent souvent qu'une seule perspective.

Une partie des entreprises partenaires, à la pointe de l'innovation, vit un champ de tension important. Elles cherchent d'une part à promouvoir la technologie et à bénéficier de main d'œuvre qualifiée, mais elles sont, d'autre part, soucieuses de la protection de la propriété intellectuelle et de leur image. Il en a parfois résulté une certaine difficulté à analyser les activités de manière approfondie.

Finalement, les acteurs de la formation professionnelle, et notamment de la formation professionnelle initiale, n'ont pas unanimement adhéré à la démarche. La LFpr<sup>4</sup> prévoit l'adéquation des cursus avec le marché de l'emploi, ce qui en exclut une technologie encore peu déployée. Les OrTras contactées ont suivi le projet avec un intérêt variable et une certaine distance. Par ailleurs, le monde de la mobilité légère et, dans une moindre mesure de la mobilité lourde, ne perçoivent pas la place de l'hydrogène à court terme. Les raisons les plus fréquemment citées sont la rentabilité, surtout lorsqu'on évoque l'hydrogène bas carbone ou décarboné ; les progrès technologiques des batteries électriques, qui permettent désormais de couvrir de nombreux usages ; et le développement insuffisant d'infrastructures. Le SEFRI, office qui pilote le développement des métiers en Suisse, n'a pas accordé de soutien spécifique, notamment en l'absence d'une OrTra porteuse du projet.

## 3. BRANCHES ET MÉTIERS IMPACTÉS

La prise de contact avec les partenaires du projet pour les maillons de la chaîne “assemblage”, “entretien” et “exploitation” a rapidement permis d'identifier les branches de la mécanique automobile et de la conduite de véhicules comme étant directement impactées. En corollaire, une analyse des activités de GoH a mis en exergue plusieurs autres professions avec un impact indirect, à l'image des logisticiens. Dans ces professions, des cursus de formation certifiante existent. Par conséquent, il est question d'upskilling pour les professionnels actuellement actifs et d'intégration de nouveaux contenus dans les dispositifs de formation.



Concernant les autres maillons de la chaîne, “production “ et “distribution”, la rencontre avec les professionnels a mis en exergue une plus grande hétérogénéité des parcours, permettant de conclure qu’aucun métier ne pouvait être directement relié à ces activités, mais que certains domaines de formation spécifiques permettaient de développer des compétences utiles à la fonction. Ces constatations concordent avec le livre Blanc Compétences-métiers de la filière hydrogène (France Hydrogène, 2021), ainsi qu’avec le Panorama de l’Offre de formation en Normandie (Carif Oref, 2020). Par ailleurs, le Guide Emplois et Formations dans la filière hydrogène 2024-2025 (Consil de Media Group et France Hydrogène, 2024) propose un panorama global des compétences techniques, scientifiques, opérationnelles et non techniques utiles ainsi que des “fiches métier” pour des activités typiques de la filière, telles que : Monteur/monteuse-tuyauteur/tuyauteuse H2, technicien/technicienne H2, Ingénieur/ingénieure système H2, opérateur/opératrice sur ligne de production H2, chef/cheffe de projet H2. Ces dernières peuvent être mises en lien avec les référentiels issus des observations du terrain dans le cadre de GoH (ch. 3.2.3 et 3.2.4).

Ces observations, complétées par la veille scientifique, ont permis d’élaborer une liste des cursus de formation initiale intégrant des contenus utiles pour ces domaines d’activité (voir tableau ci-après), ce qui peut donner des pistes intéressantes pour cibler le recrutement de main d’œuvre.

Bleu foncé : formation initiale professionnelle (CFC/AFP)  
Bleu clair : autres types de cursus ou domaines d’activités avec formation informelle

PRODUCTION & DISTRIBUTION D'H2	EXPLOITATION & MOBILITÉ	DIVERS
Automaticien, monteur automaticien	Gestionnaires du commerce de détail	Police
Constructeurs d'appareils industriels	Employée de commerce	Pompiers
Electronicens	Logisticiens	Secouriste routier
Dessinateurs construction industrielle	Agents de transports publics	Services d'homologation
Polymécancien/ Mécanicien de production	Agents des transports ferroviaire	Métiers de la construction/du bâtiment
Installateur solaire	Carrossiers réparateurs, carrossiers peintres, carrossiers tôliers	Aéronautique
Monteur frigoriste, projeteur frigoriste, aide monteur frigoriste	Mécaniciens sur machines agricoles	Spécialistes en santé et sécurité
Installateurs en chauffage/ sanitaires	Mécaniciens sur machines de chantiers	
Installateurs électriciens, planificateur électricien, électricien de montage, électricien de réseau	Constructeurs de bateaux	
Technologues en production chimique et pharmaceutique	Mécaniciens de locomotive	

# 4. RÉFÉRENTIELS DE COMPÉTENCES

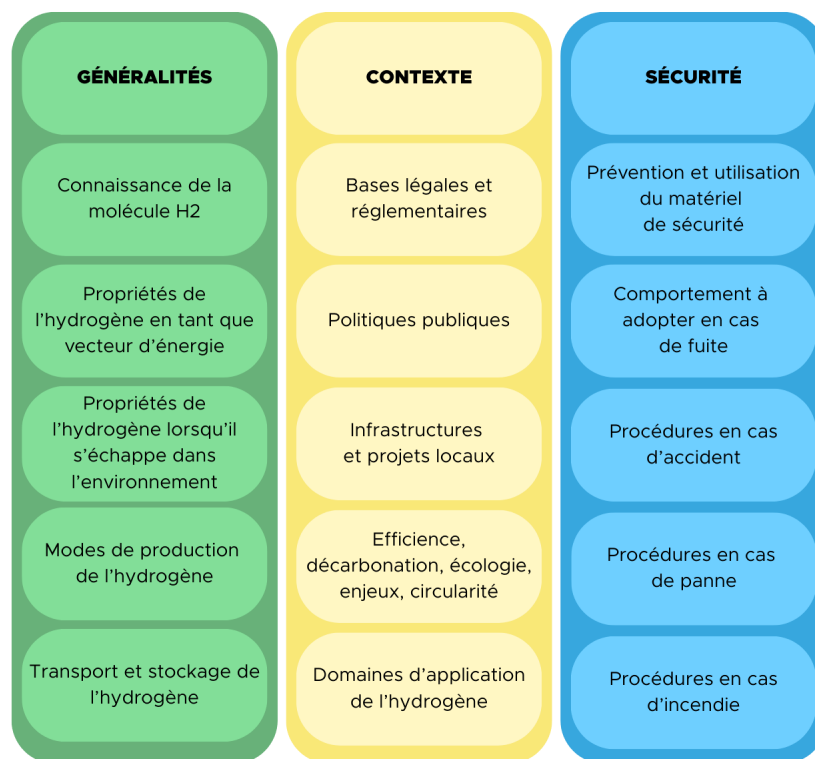
Un référentiel de compétences permet de définir les compétences professionnelles requises pour un métier ou un domaine d'activité en particulier. Il peut y inclure différents types de compétences, telles que des compétences techniques ou transversales, ainsi que des informations sur les composantes de ces dernières et le niveau taxonomique requis pour chacune d'entre elles.

Les référentiels de compétences sont à la base des plans de formation et autres plans d'études cadre de la formation professionnelle initiale et supérieure certifiante dans le système suisse. Parmi leurs responsabilités, les OrTras construisent ces référentiels et définissent les apports de chaque lieu de formation (écoles professionnelles, entreprises, cours interentreprises, autres institutions de formation) pour le développement des compétences des personnes formées. Leurs documents prescriptifs doivent être régulièrement actualisés. Ce fonctionnement comporte l'avantage d'obtenir des curricula représentatifs de l'activité de terrain pour chaque profession. Néanmoins, le développement des métiers "en silo" empêche l'approche globale et la coordination nécessaire lorsque plusieurs branches ou corps de métiers font face à des innovations ayant un impact transversal.

Les référentiels élaborés dans le cadre du présent document comprennent une description de l'activité professionnelle liée à chaque compétence, donnant une représentation concrète des savoirs, savoir-être et savoir-faire à maîtriser pour gérer les situations quotidiennes.

## 4.1 Connaissances de bases

Au cours du projet, il est apparu qu'un certain nombre d'éléments constituent les connaissances essentielles dont toute personne qui va travailler de manière directe ou indirecte avec de l'hydrogène devrait disposer. Par activité directe, on entend une activité professionnelle en contact avec l'hydrogène. Par activité indirecte, des activités professionnelles ou politiques avec des fonctions administratives, stratégiques et/ou décisionnelles pouvant amener à travailler à proximité de l'hydrogène, à soutenir ou financer des projets. La liste ci-dessous a été constituée dans l'optique d'élaborer un module de base destiné à un public mixte : professionnels devant par la suite compléter ces éléments par des connaissances plus spécifiques en lien avec leur activité et personnes ayant besoin d'une bonne compréhension du contexte et des enjeux liés à l'hydrogène.



## 4.2 Compétences spécifiques métier

Les mécaniciens et chauffeurs rencontrés disposaient de compétences professionnelles acquises via des parcours de formation et une expérience dans les domaines de la mécanique automobile et de la conduite de poids lourds. Ils ont alors raconté comment l'activité sur le projet GoH – ou d'autres projets en lien avec l'hydrogène – leur avait permis d'élargir leur compétences et connaissances au jour le jour, au sein de leurs entreprises.

En ce qui concerne la production et la distribution, les profils des professionnels rencontrés étaient beaucoup plus diversifiés, ce qui est en adéquation avec la difficulté à identifier des métiers en particulier correspondant à ces activités-là. Ces collaborateurs étaient au bénéfice de diplômes de formation initiales dans la construction, la technique, l'industrie et le commerce. La plupart disposaient également de certifications de formations supérieures dans la gestion de projet, le management ou l'ingénierie. Globalement, ils témoignent de l'importance des compétences transversales, expliquant notamment que la volonté d'apprendre et la capacité à résoudre des situations complexes et imprévues sont essentielles dans leur activité quotidienne.

Pour les maillons de la chaîne de valeur du projet GoH, les compétences spécifiques à l'activité avec l'hydrogène identifiées sont présentées ci-dessous sous la forme de référentiels de compétences opérationnelles, sur un modèle similaire à celui proposé par la formation professionnelle initiale en Suisse<sup>5</sup>.

Ces compétences et leurs descriptions peuvent être reprises par toute organisation ou institution qui le souhaite comme base de travail pour élargir les cursus actuels avec les contenus spécifiques à l'hydrogène, élaborer et développer des cursus de formation initiale, continue ou supérieure. Il conviendra néanmoins d'adapter, préciser, compléter les contenus en tenant compte des limites décrites au point 1.4 de ce rapport, ainsi que de l'évolution technologique.

Pour une lecture facilitée des référentiels et descriptions des compétences, le masculin a été utilisé. Les titres et appellations s'entendent au féminin et au masculin.

## 4.2.1 Mécanique sur véhicule h2

L'analyse de l'activité a été réalisée auprès du personnel d'atelier de GreenGT<sup>6</sup>. Les référentiels des professions "Mécanicien.ne en maintenance d'automobiles CFC"<sup>7</sup> et "Mécatronicien.ne d'automobiles CFC"<sup>8</sup>, actuellement en vigueur et datant de 2018, leur ont été présentés. La formation de mécanicien en maintenance automobile est axée sur les moteurs essence et diesel. Les professionnels interrogés ont donc estimé que le référentiel des mécatroniciens d'automobiles était plus proche de leur activité actuelle, avec des compétences concernant des systèmes d'entraînement alternatifs (notamment les véhicules électriques nécessitant de travailler avec de la haute tension) et mécatroniques. La compétence 4.9 s'intitule "Réparer des entraînements électriques, hybrides ou alternatifs" et la 5.9 "Diagnostiquer les systèmes hybrides et les systèmes d'entraînement électriques" mais on n'y trouve aucune mention explicite de l'hydrogène, et peu d'éléments concernant les gaz ou la haute pression. Les titulaires de l'actuel CFC "Mécatronicien d'automobiles" disposent donc de très bonnes compétences de base, mais devraient bénéficier d'une formation continue comprenant l'ensemble des éléments du point 3.1 de ce document ainsi que des éléments spécifiques au fonctionnement et à l'intervention sur des véhicules H2 décrits dans le référentiel ci-dessous s'ils devaient travailler dans le domaine. Il est à relever que l'UPSA développe son offre de formation continue et supérieure afin d'intégrer l'hydrogène à ses cursus (voir chapitre 4.2). Les prestataires de cours peuvent entre autres s'appuyer sur le "Code of Practice for Hydrogen Fuelled Vehicles and Maintenance Workshops"<sup>9</sup>. Hyundai a également élaboré des documents spécifiques sur ses véhicules pouvant être utiles pour des formations sur les motorisations avec piles à combustible<sup>10</sup>.

Des échanges ont également été menés avec les responsables de véhicules à Migros GE (GoH) et Migros NE (qui exploite un camion H2 Hyundai). Il en ressort que les tâches accessibles au personnel d'entretien de Migros se limitent à tout ce qui ne touche pas la partie H2. Dès lors que la pile à combustible, la partie HT (Haute Tension) ou la partie H2 sont touchées, seuls GreenGT, respectivement les spécialistes mandatés par Hyundai, sont habilités à intervenir. Une analyse approfondie de ces protocoles d'intervention n'a pas pu être réalisée, en raison de protection du secret industriel et du caractère innovatif des motorisations, qui rend par nature une analyse de l'activité basée sur les habitudes impossible.

Le référentiel de compétences ci-dessous présente aussi une partie des activités liées au développement du prototype, cœur de métier de l'équipe de l'atelier de GreenGT. Ces compétences ont été regroupées au sein du domaine de compétences opérationnelles C et comportent beaucoup de similarités avec les compétences du domaine 3 "Soutien des procédures de l'entreprise" du référentiel des "Mécatronicien d'automobiles". Les bases d'anglais, nécessaires dans la plupart des domaines d'innovation, sont néanmoins absentes de ce dernier.

### **Vue d'ensemble des compétences identifiées auprès du personnel de l'atelier mécanique de GreenGT, complété par des interviews du personnel des ateliers de Migros**

---

6 Le document "From innovation to competencies" de F. Wettstein décrit de manière détaillée l'approche de l'analyse d'activité et les questions posées lors de l'interview

7 Formation en 3 ans, nb de profession 46326 : Mécanicienne en maintenance d'automobiles CFC (à partir de la rentrée 2018) / Mécanicien en maintenance d'automobiles CFC (admin.ch)

8 Formation en 4 ans, nb de profession 46323 : Mécatronicienne d'automobiles CFC (à partir de la rentrée 2018) / Mécatronicien d'automobiles CFC (admin.ch)

9 CoP-for-HFV-and-Workshop-issue-0\_r1.pdf (cnsd.gov.hk)

10 Microsoft PowerPoint - LMFC ERG\_20130403 (h2tools.org)



	DOMAINE DE COMPÉTENCES OPÉRATIONNELLES	COMPÉTENCES OPÉRATIONNELLES				
A	Gestion du travail et sécurité	<b>a.1</b> Appliquer les protocoles de sécurité en cas d'accident et d'incendie <sup>11</sup>	<b>a.2</b> Appliquer des protocoles de sécurité au quotidien	<b>a.3</b> Stocker et manipuler les réservoirs à hydrogène en sécurité	<b>a.4</b> Effectuer le plein d'hydrogène <sup>12</sup>	<b>a.5</b> Lire et interpréter des documents techniques dans la langue nationale ou en anglais
B	Assemblage de composants	<b>b.1</b> Choisir des matériaux et des produits pour le montage d'un ensemble	<b>b.2</b> Assembler des sous-ensemble	<b>b.2</b> Effectuer des contrôle de qualité		
C	Développement du prototype	<b>c.1</b> Organiser et effectuer un passage au banc	<b>c.2</b> Effectuer des tests de roulage sur la base de protocoles <sup>13</sup>	<b>c.3</b> Communiquer les informations et collaborer à la résolution de problèmes avec le bureau d'études	<b>c.4</b> Collaborer aux travaux en vue de l'homologation du véhicule	<b>c.5</b> Assembler des sous-ensemble

## Domaine de compétences “A” : Gestion du travail et sécurité

### a.1 Appliquer les protocoles de sécurité en cas d'accident et d'incendie

Les mécaniciens sur véhicule H2 réagissent de manière adaptée en cas d'incident. Ils gardent leur calme et préviennent les services de secours en informant de la présence d'hydrogène et en précisant la quantité et l'utilisation (stocks, véhicule à hydrogène, transport d'hydrogène, état de l'hydrogène). Ils installent un périmètre de sécurité, enclenchent les feux de détresse et quittent les lieux en appliquant les protocoles prévus. Selon les instructions du fabricant, des dispositifs de secours divers peuvent être utilisés :

- Évacuation de l'hydrogène du véhicule (sauf si en milieu fermé).
- Mise hors tension.
- Coupure de l'alimentation électrique de la batterie haute tension.
- Coupure de l'alimentation de la pile à combustible en hydrogène.

<sup>11</sup> Identique a.1 conducteurs PL H2

<sup>12</sup> Identique a.4 conducteurs PL H2

<sup>13</sup> Identique b.5 conducteurs PL H2

Si un accident impliquant un véhicule à hydrogène ou un risque d'incendie se présente avec de l'hydrogène en milieu fermé, les mécaniciens procèdent comme suit :

- Sortir le véhicule, dans la mesure du possible, à l'air libre.
- Si le véhicule ne peut être sorti, le garder le plus en bordure de route possible (utiliser les niches de sécurité).
- Installer si possible un périmètre de sécurité.
- Quitter les lieux en suivant la signalisation des voies d'évacuation.
- Eteindre le véhicule, enclencher les feux de détresse, le mettre hors tension et laisser la clé à l'intérieur.
- Evacuer l'hydrogène uniquement sous le contrôle des services de secours spécialisés (pompiers, police).

## **a.2 Appliquer des protocoles de sécurité au quotidien**

Les mécaniciens sur véhicule H2 utilisent, contrôlent et entretiennent régulièrement les équipements de l'atelier. Il s'agit par exemple de :

- Bornes de masse / mise à la terre
- Détecteur H2
- EPI, vêtements et chaussures de sécurité
- Système d'évacuation H2
- Mise hors tension

Ils participent à la formation et à la sensibilisation du personnel et des visiteurs. Ils connaissent, communiquent et garantissent l'application de :

- Protocoles d'évacuation en cas d'urgence et numéros d'urgence
- Risques liés à la haute tension et à la haute pression
- Risques liés à l'H2
- Installation de périmètres de sécurité
- Interdiction de fumer
- Lors de travaux spécifiques, ils veillent à respecter les prescriptions et à prendre les mesures nécessaires à la réduction des risques. Par exemple :
- Mise en sécurité de la zone de travail et du véhicule avant toute intervention pouvant produire des étincelles
- Respect des prescriptions lors de travaux de peinture
- Intervention sur les systèmes haute tension<sup>14</sup>/ H2

## **a.3 Stocker et manipuler les réservoirs à hydrogène en sécurité**

Les mécaniciens sur véhicule H2 garantissent la sécurité et l'exploitation correcte des réservoirs à hydrogène. Ils vérifient l'état du matériel, comme les bombones, les vannes, les joints etc. Ils tiennent compte des prescriptions des fournisseurs et de la SUVA<sup>15</sup> pendant la manipulation et veillent à la conformité des lieux de stockage : espace, aération, température, luminosité, etc. Ils respectent la réglementation concernant la masse maximale stockable. En outre, ils disposent des connaissances essentielles concernant :

- Les caractéristiques de l'H2
- Les différents niveaux de pression des gaz stockés ou embarqués
- Les types de constructions, caractéristiques et marquage des réservoirs H2
- Le fonctionnement des systèmes d'évacuation et détecteurs d'H2
- Les moyens de transport adaptés pour les bouteilles d'H2

#### a.4 Effectuer le plein d'hydrogène

Les mécaniciens sur véhicule H2 effectuent le plein d'hydrogène sur des stations ouvertes au public ou des stations de ravitaillement privées. Ils vérifient l'état d'approvisionnement de la station grâce aux outils de mesure présents sur cette dernière, au système informatique ou à une application spécifique. Ils suivent les prescriptions de sécurité et d'utilisation de l'exploitant de la station ou du fournisseur. Ils respectent scrupuleusement l'interdiction de fumer à proximité de l'installation. Ils connaissent parfaitement les différents éléments constitutifs de la station ainsi que son fonctionnement, par exemple :

- Conteneur avec les bombonnes ou cadres avec bombonnes
- Compresseurs
- Système de refroidissement
- Pompe et pistolet
- Tuyaux haute pression

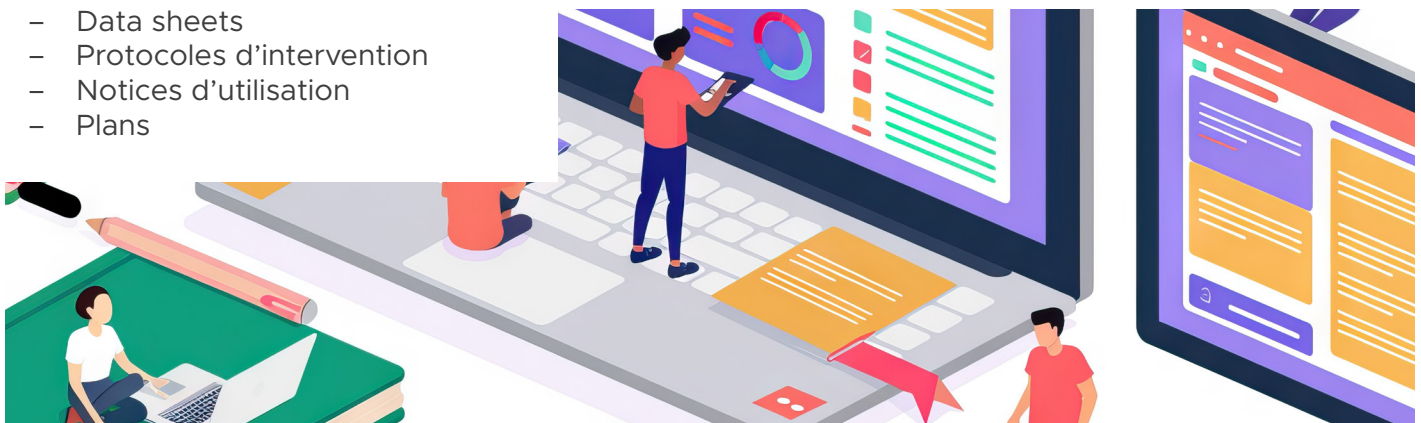
Ils savent déterminer si la station est prête à alimenter le véhicule ou si de l'hydrogène stocké doit être recompressé avant de faire le plein. Ils s'assurent que la mise à la terre du véhicule soit effectuée, connectent le pistolet au véhicule de manière à éviter toute fuite, interprètent les indicateurs de pression de l'installation et, le cas échéant, du véhicule. Ils comprennent qu'une différence de pression est nécessaire entre la source d'alimentation et le réservoir du véhicule pour que le transfert du gaz soit possible. Ils respectent les niveaux de pression minimum prescrits par les fabricants.

Dans le cas de stations provisoires, l'alimentation se fait par cadres. Les professionnels (chauffeurs, mécaniciens ou responsables) savent alors déterminer lorsqu'un changement de cadre s'avère nécessaire. Ils manipulent les vannes et interprètent les indications des instruments de mesure. Ils purgent les conduites de la station.

#### a.5 Lire et interpréter des documents techniques dans la langue nationale ou en anglais

Les mécaniciens sur véhicule H2 utilisent différents types de documents qu'ils annotent dans le cadre de la collaboration avec le bureau d'études et pour gérer les tâches au quotidien. Dans le domaine de l'hydrogène, en fonction des fournisseurs et de la nature des documents, ces documents sont disponibles au format papier ou sur informatique et rédigés la plupart du temps en anglais, en français ou en allemand. Il s'agit par exemple de :

- Data sheets
- Protocoles d'intervention
- Notices d'utilisation
- Plans



14 Une formation à plusieurs niveaux sur les risques électriques (type HV1 à HV3) est proposée par l'UPSA Instruction et connaissances de base sur les systèmes haut voltage en technique automobile | AGVS | UPSA (agvs-upsa.ch)

15 Liste de contrôle: stockage et utilisation sûres de bouteilles de gaz (suva.ch)

# Domaine de compétences “B” : Assemblage de composants et entretien

## b.1 Choisir des matériaux et des produits pour le montage d'un ensemble

Les mécaniciens sur véhicule H2 sélectionnent les produits, outils et matériaux adaptés<sup>16</sup> aux différents travaux, par exemple : loctite, graisses, qualité de joints etc. Ils s'appuient notamment sur des connaissances de base en thermodynamique et sur leurs connaissances des matériaux, tenant compte de leur utilisation et de leur compatibilité avec l'hydrogène. En outre, ils vérifient la conformité avec les normes en vigueur (par exemple R134 ONU), ils contrôlent la signalétique des différents produits et matériaux et collaborent étroitement avec le bureau technique. Ils tiennent l'inventaire, préparent et effectuent le suivi des commandes, organisent le stockage et entretiennent les contacts avec les fournisseurs.

## b.2 Assembler des sous-ensembles

Les mécaniciens sur véhicule H2 réunissent les différents composants à assembler, ils effectuent les assemblages avec les outils et matériaux adéquats en tenant compte des caractéristiques des différents éléments du système (gaz, pièces mécaniques, systèmes électriques) en se basant sur des documents et instructions fournies par le bureau technique. Ils s'appuient sur leurs connaissances du fonctionnement général de la motorisation :

- Système de refroidissement
- Système d'alimentation en air
- Système d'alimentation en hydrogène
- Pile à combustible comme interface avec le système de haut voltage

## b.3 Effectuer des contrôles qualité et travaux de maintenance

Les mécaniciens sur véhicule H2 effectuent des contrôles visuels et en utilisant différents appareils de mesure. Sur la base de protocoles préétablis, ils vérifient et valident notamment :

- La qualité des composants
- La qualité des assemblages
- Le nombre de cycles des réservoirs du véhicule

Lors des travaux de maintenance, les mécaniciens connaissent les limites de leur intervention et s'adressent, si nécessaire, au bureau technique ou aux autres interlocuteurs spécialisés.

---

<sup>16</sup> Pour la compétence opérationnelle b1, des offres de formation continue sont proposées par certains fournisseurs, à l'instar de Swagelok : Formation sur les systèmes fluides et formation sur les systèmes d'échantillonnage | Swagelok



# Domaine de compétences “C” : Développement du prototype

## c.1 Organiser et effectuer un passage au banc

Les mécaniciens sur véhicule H2 planifient et organisent des passages au banc dans le but de valider des assemblages et de rechercher des pistes pour l'optimisation dans le processus de développement du prototype. Ce faisant, ils s'appuient sur leurs connaissances des matériaux, de la mécanique, de la thermodynamique, des systèmes à haute tension et de la motorisation à pile à combustible et veillent à l'application des mesures de sécurité. Ils procèdent par étapes :

- Déterminer ce qui est à évaluer
- Créer/reproduire les conditions du passage au banc
- Mettre en place les ensembles pour le passage au banc
- Tester les ensembles et sous-ensembles
- Relever et consigner les observations

## c.2 Effectuer des tests de roulage sur la base de protocoles

Les mécaniciens sur véhicule H2 collaborent et utilisent différents outils de mesure dans le cadre de tests de roulage. Ils organisent les tests dans les différentes conditions possibles. Ils suivent des protocoles de tests et identifient les bruits du véhicule (lorsque le moteur est en marche, lorsque la pile fonctionne, lorsque la pile se purge). Ils décrivent le comportement du véhicule dans les différentes phases du test. Ils consignent toutes les informations utiles afin de les retransmettre au bureau technique.

## c.3 Communiquer les informations et collaborer à la résolution de problèmes avec le bureau d'études

Les mécaniciens sur véhicule H2 échangent sur les problématiques et constatations lors de l'assemblage et des tests. Ils analysent, diagnostiquent et recherchent des solutions aux différents problèmes. Ils proposent des alternatives et développent ou modifient des pièces pour le prototype en collaborant avec le bureau technique. Ils s'appuient sur leurs connaissances de la mécanique, des différents systèmes, ensembles et sous-ensembles, des matériaux et des effets de l'hydrogène dans ses différents états sur ces derniers.

## c.4 Collaborer aux travaux en vue de l'homologation du véhicule

Les mécaniciens sur véhicule H2 participent étroitement aux différents travaux en vue de l'homologation du véhicule. Ils s'informent sur les étapes du processus d'homologation, les différentes normes et critères sur la base desquels le véhicule sera évalué et assurent le suivi du processus avec le reste de l'équipe. Ils collaborent à :

- La vérification que les différentes pièces répondent aux normes
- La planification des différents travaux et tests avec le bureau technique
- La documentation des travaux effectués sur le prototype
- L'analyse, le diagnostic et la recherche de solutions aux différents problèmes de type mécanique.

En outre, ils expliquent aux différents interlocuteurs les bénéfices et spécificités d'un retrofit H2 ainsi que les informations essentielles concernant la sécurité et le véhicule.

## c.5 Assembler des ensembles et sous-ensemble

Les mécaniciens sur véhicule H2 sélectionnent les produits, outils et matériaux adaptés<sup>4</sup> aux différents travaux, par exemple : loctite, graisses, qualité de joints etc. En étroite collaboration avec le bureau technique, ils s'appuient notamment sur des connaissances de base en thermodynamique et sur leurs connaissances des matériaux, tenant compte de leur utilisation et de leur compatibilité avec l'hydrogène. En outre, ils vérifient la conformité avec les normes en vigueur (par exemple R134 ONU) et ils contrôlent la signalétique des différents produits et matériaux. Ils réunissent les différents composants à assembler, tiennent l'inventaire, préparent et effectuent le suivi des commandes, organisent le stockage et entretiennent les contacts avec les fournisseurs. Ils effectuent les assemblages en tenant compte des caractéristiques des différents éléments du système (gaz, pièces mécaniques, systèmes électriques) en se basant sur des documents et instructions fournies par le bureau technique. Ils s'appuient sur leurs connaissances du fonctionnement général de la motorisation :

- Système de refroidissement
- Système d'alimentation en air
- Système d'alimentation en hydrogène
- Pile à combustible comme interface avec le système de haut voltage

## 4.2.2 Conduite de poids lourds à l'hydrogène

L'analyse de l'activité a été réalisée en plusieurs étapes. Par observation directe lors de la remise des clés du camion GoH par GreenGT aux chauffeurs de Migros Genève, puis par une interview après quelques temps d'essais et de roulage dans le cadre du développement du prototype avant homologation.

Cette analyse a été complétée par une observation directe et interview avec un chauffeur de camion Hyundai de Migros Neuchâtel Fribourg, habitué à utiliser le véhicule en conditions d'exploitation réelles. Le référentiel de compétences des "conducteurs de poids lourds CFC"<sup>17</sup>, actuellement en vigueur et datant de 2021, ne fait mention que de la motorisation des véhicules à diesel, notamment dans la compétence 2.1 intitulée "Exécuter des travaux de contrôle et d'entretien sur des véhicules". Ni l'hydrogène ni les camions électriques n'y sont pris en compte. En conséquence, les professionnels titulaires de cette formation qui souhaitent travailler avec des véhicules à hydrogène devraient bénéficier de formation continue comprenant les différents éléments du point 3.1 de ce document, ainsi que des compétences spécifiques du référentiel ci-dessous.

### **Vue d'ensemble des compétences identifiées auprès des conducteurs de poids lourds à hydrogène**

---

<sup>17</sup> Formation en 3 ans, nb de profession 73304 : Conductrice de véhicules lourds CFC / Conducteur de véhicules lourds CFC (admin.ch)



	DOMAINE DE COMPÉTENCES OPÉRATIONNELLES	COMPÉTENCES OPÉRATIONNELLES				
<b>A</b>	<b>Sécurisation du véhicule et des réservoirs H2</b>	<b>a.1</b> Appliquer les protocoles de sécurité en cas d'accident et d'incendie <sup>18</sup>	<b>a.2</b> Appliquer les protocoles du fournisseur pour une exploitation efficace en toute sécurité	<b>a.3</b> Contrôler le chargement et le déchargement du véhicule	<b>a.4</b> Effectuer le plein d'hydrogène <sup>19</sup>	
<b>B</b>	<b>Conduite et exploitation du véhicule</b>	<b>b.1</b> Adapter la conduite aux comportements du camion et respecter les principes de base d'une conduite visant l'économie d'énergie	<b>b.2</b> Adapter son action aux indications du tableau de bord	<b>b.3</b> Gérer le système hybride de motorisation avec les outils de bord	<b>b.4</b> Planifier les itinéraires en fonction du réseau de stations, de la disponibilité en hydrogène et des typologies de trajet	<b>b.5</b> Effectuer des tests de roulage sur la base de protocoles <sup>20</sup>

<sup>18</sup> Identique a.1 mécanicien véhicule H2

<sup>19</sup> Identique a.4 mécanicien véhicule H2

<sup>20</sup> Identique c.2 mécanicien véhicule H2

# Domaine de compétences opérationnelles “A” :

## Sécurisation du véhicule et des réservoirs H2

### a.1 Appliquer les protocoles de sécurité en cas d'accident et d'incendie

Les conducteurs PL H2 réagissent de manière adaptée en cas d'incident. Ils gardent leur calme et préviennent les services de secours en informant de la présence d'hydrogène et en précisant la quantité et l'utilisation (stocks, véhicule à hydrogène, transport d'hydrogène, état de l'hydrogène). Ils installent un périmètre de sécurité, enclenchent les feux de détresse et quittent les lieux en appliquant les protocoles prévus. Selon les instructions du fabricant, des dispositifs de secours divers peuvent être utilisés :

- Évacuation de l'hydrogène du véhicule (sauf si en milieu fermé)
- Mise hors tension
- Coupure de l'alimentation électrique de la batterie haute tension
- Coupure de l'alimentation de la pile à combustible en hydrogène.

Si un accident impliquant un véhicule à hydrogène ou un risque d'incendie se présente avec de l'hydrogène en milieu fermé, les conducteurs PL H2 procèdent comme suit :

- Sortir le véhicule, dans la mesure du possible, à l'air libre
- Si le véhicule ne peut être sorti, le garder le plus en bordure de route possible (utiliser les niches de sécurité)
- Installer si possible un périmètre de sécurité
- Quitter les lieux en suivant la signalisation des voies d'évacuation
- Eteindre le véhicule, enclencher les feux de détresse, le mettre hors tension et laisser la clé à l'intérieur
- Evacuer l'hydrogène uniquement sous le contrôle des services de secours spécialisés (pompiers, police)

### a.2 Appliquer les protocoles de sécurité du fournisseur pour une exploitation efficace en toute sécurité

Les conducteurs PL H2 assument la responsabilité de leur véhicule dans les différentes étapes de l'utilisation. Ils s'appuient sur leurs connaissances techniques relatives au véhicule et à l'hydrogène, ainsi qu'aux prescriptions du fabricant. Par exemple :

- Éléments à risque du véhicule en lien avec la haute tension
- Éléments à risque du véhicule en lien avec l'hydrogène
- Différents moyens de mettre le véhicule hors tension et les situations où cela s'avère nécessaire
- Prescriptions du constructeur pour l'exploitation et les situations d'urgence
- Travaux d'entretien nécessitant l'intervention de spécialistes agréés et ceux qu'ils peuvent assumer
- Normes pour les équipements sous pression
- Procédures de mise en route et d'arrêt du véhicule
- Mises à la terre



Ils évitent de garer le véhicule en milieu fermé, sauf si l'espace est spécifiquement équipé (détecteur H2, dispositif de sécurité, système d'évacuation H2). En cas de livraison en milieu fermé, ils veillent à éteindre le véhicule de l'arrêt de ce dernier jusqu'au départ. Ils respectent scrupuleusement l'interdiction de fumer à bord et à proximité du véhicule.

En cas de problème ou de fuite, ils stationnent le véhicule en milieu ouvert, contactent les responsables de l'entretien et services de secours si nécessaire, mettent le véhicule hors tension et installent un périmètre de sécurité.

### **a.3 Contrôler le chargement et le déchargement du véhicule**

Les conducteurs PL H2 collaborent avec les différents services logistiques. Ils leur communiquent les informations importantes ainsi qu'aux autres chauffeurs. Ils vérifient qu'ils disposent des autorisations nécessaires pour le transport des marchandises qui leur sont confiées (par exemple, matières dangereuses). Ils connaissent le poids de leur véhicule afin de respecter la charge utile du camion en volume et en poids. Ils veillent à ce que le véhicule soit éteint lors du chargement et du déchargement du véhicule, surtout si ces opérations se déroulent en milieu fermé. Ils veillent à une répartition optimale des poids dans la manière de charger la marchandise en fonction de l'emplacement des batteries et réservoirs et de la disposition de l'espace de chargement. Ils respectent les prescriptions spécifiques au véhicules édictées par le fabricant en la matière.

### **a.4 Effectuer le plein d'hydrogène**

Les conducteur PL H2 effectuent le plein d'hydrogène sur des stations ouvertes au public ou des stations de ravitaillement privées. Ils vérifient l'état d'approvisionnement de la station grâce aux outils de mesure présents sur cette dernière, au système informatique ou à une application spécifique. Ils suivent les prescriptions de sécurité et d'utilisation de l'exploitant de la station ou du fournisseur. Ils respectent scrupuleusement l'interdiction de fumer à proximité de l'installation. Ils connaissent parfaitement les différents éléments constitutifs de la station ainsi que son fonctionnement, par exemple :

- Containeur avec les bombonnes ou cadres avec bombonnes
- Compresseurs
- Système de refroidissement
- Pompe et pistolet
- Tuyaux haute pression

Ils savent déterminer si la station est prête à alimenter le véhicule ou si de l'hydrogène stocké doit être recompressé avant de faire le plein. Ils s'assurent que la mise à la terre du véhicule soit effectuée, connectent le pistolet au véhicule de manière à éviter toute fuite, interprètent les indicateurs de pression de l'installation et, le cas échéant, du véhicule. Ils comprennent qu'une différence de pression est nécessaire entre la source d'alimentation et le réservoir du véhicule pour que le transfert du gaz soit possible. Ils respectent les niveaux de pression minimum prescrits par les fabricants.

Dans le cas de stations provisoires, l'alimentation se fait par cadres. Les professionnels (chauffeurs, mécaniciens ou responsables) savent alors déterminer lorsqu'un changement de cadre s'avère nécessaire. Ils manipulent les vannes et interprètent les indications des instruments de mesure. Ils purgent les conduites de la station.

# Domaine de compétences opérationnelles “B” :

## Conduite et exploitation du véhicule

### b.1 Adapter la conduite aux comportements du camion et respecter les principes de base d'une conduite visant l'économie d'énergie

Les conducteurs PL H2 respectent les normes et réglementations déterminantes pour la conduite, le transport et la circulation. Ils gèrent les accélérations et les freinages en tenant compte de la réactivité du véhicule. Ils portent une attention particulière aux piétons et aux cyclistes qui n'entendent pas le camion.

Ils adaptent leur conduite de manière à optimiser la consommation d'énergie, par exemple en adaptant la vitesse et en utilisant le plus possible le frein à moteur lors des décélérations, afin de récupérer l'énergie du freinage.

### b.2 Adapter son action aux indications du tableau de bord

Les conducteurs PL H2 vérifient régulièrement les indications du tableau de bord. Sur cette base, ils adaptent leur conduite et leur utilisation du véhicule. Ils prennent les différentes mesures de sécurité lorsque la situation s'impose. Ils réagissent de manière adéquate en cas d'incident ou de fuite et informent les responsables de l'entretien. Ils interprètent les valeurs et symboles suivants:

- Niveau de charge des batteries
- Pression H2 dans les réservoirs
- Températures (moteurs, réservoirs)
- Témoins de systèmes de sécurité
- Voltage
- Connaissances des témoins annexes et système d'information de bord

### b.3 Gérer le système hybride de motorisation avec les outils de bord

Les conducteurs PL H2 connaissent le fonctionnement global du véhicule à pile à combustible et la manière dont l'hydrogène est transformé en énergie électrique pour charger la batterie et faire fonctionner le véhicule. Ils s'informent sur les réglages “par défaut” et suivent les conseils du fabricant du véhicule concernant les limites de roulage sur batterie, la vitesse minimum pour relais H2, etc. Ils déterminent les situations où la pile peut être enclenchée et déclenchée manuellement ou si un arrêt est nécessaire, par exemple en milieu fermé ou en fonction du niveau de charge de la batterie.

#### **b.4 Planifier les itinéraires en fonction du réseau de stations, de la disponibilité en H2 et des typologies de trajet**

Dans le cadre d'une activité indépendante, les conducteurs PL H2 identifient le type de tournées/ trajets le plus adapté aux caractéristiques du véhicule. Ils optimisent les itinéraires prévus en repérant les possibilités de faire le plein et en prévoyant de la marge en cas d'imprévu. Ils s'informent en continu sur l'état de ravitaillement des stations sur leur itinéraire. Lorsque le chauffeur dépend d'un service ou d'un responsable de planification des transports, il transmet les informations et retours d'expériences essentiels pour collaborer à l'optimisation de la planification des itinéraires. Ils évaluent l'autonomie et la consommation du véhicule selon :

- Les différents types de trajet (urbain, autoroute, montées, ...)
- L'utilisation des systèmes embarqués (groupe froid, chauffage, ...)
- Les risques d'embouteillage
- Les conditions météo

#### **b.5 Effectuer des roulages sur la base de protocoles**

Les conducteurs PL H2 collaborent et utilisent différents outils de mesure dans le cadre de tests de roulage. Ils organisent les tests dans les différentes conditions possibles. Ils suivent des protocoles de tests et identifient les bruits du véhicule (lorsque le moteur est en marche, lorsque la pile fonctionne, lorsque la pile se purge). Ils consignent toutes les informations utiles afin de les retransmettre au bureau technique.

### **4.2.3 Production d'h2**

L'analyse de l'activité n'a pas pu être réalisée dans le cadre de GoH puisque les projets de production d'H2 vert à Genève sont encore à l'étude. Des renseignements issus de la veille scientifique et de diverses conférences ont servi de base à l'élaboration de ce référentiel. Ils ont été complétés par une visite de la station de production de Gösigen gérée par HydrosSpider (production par électrolyse de l'eau à base d'énergie hydraulique) et une interview de spécialistes chez GreenGT. Les profils rencontrés sur la station sont issus de domaines techniques et industriels diversifiés.

Tous se sont spécialisés au fur et à mesure du projet. La station est principalement gérée par les ingénieurs et responsables techniques, ce qui impacte le référentiel de compétences qui regroupe les activités de maintenance, d'ingénierie et de gestion de projet. Actuellement, il n'y a pas de "métier référencé" correspondant à ces activités, c'est pourquoi les descriptions du référentiel ci-dessous évoquent au sens large "les professionnels de la production d'hydrogène". En cas de déploiement des stations de production, il est probable que ces activités soient réparties entre plusieurs professionnels : ingénieurs/chefs de projet d'une part, opérateurs ou techniciens de l'autre. Par ailleurs, il est à relever que le référentiel mentionne d'autres modes de production H2, mais que ces derniers n'ont pas fait l'objet d'une analyse d'activité de terrain dans le cadre de ce projet.

#### **Vue d'ensemble des compétences opérationnelles identifiées pour la production d'hydrogène**

	DOMAINE DE COMPÉTENCES OPÉRATIONNELLES	COMPÉTENCES OPÉRATIONNELLES				
A	Gestion de projet et sécurité de la station de production d'hydrogène <sup>21</sup>	a.1 Concevoir et installer des stations de production d'hydrogène	a.2 Concevoir des documents en lien avec la sécurité	a.3 Communiquer et négocier avec les autorités et le voisinage	a.4 Concevoir des exercices de sécurité	
B	Entretien et exploitation de la station de production	b.1 Conditionner l'hydrogène pour le transport	b.2 Elaborer des protocoles d'entretien	b.3 Effectuer des contrôles réguliers sur la base de protocoles et planifier l'entretien	b.4 Effectuer des changements de pièces et réparations l'entretien	b.5 Communiquer avec le bureau technique, les fabricants ou fournisseurs de pièces dans la langue nationale ou en anglais
C	Gestion de la production d'hydrogène et des sources d'énergie nécessaires à la production d'hydrogène <sup>23</sup>	c.1 Optimiser le rendement de la station de production	c.2 Produire de l'hydrogène par électrolyse de l'eau	c.3 Produire de l'hydrogène par pyrolyse/thermol yse	c.4 Produire de l'hydrogène par vaporeformage	c.5 Produire de l'hydrogène par gazéification

21 Compétences opérationnelles a.2, a.3 et a.4 identiques ou similaires à distribution d'hydrogène

22 Compétences opérationnelles b.2, b.3, b.4 et b.5 similaires ou identiques à distribution d'hydrogène, compétence opérationnelle b.5 similaire à a.5 "mécanicien sur véhicule H2"

23 Observations de terrain uniquement effectuées pour le mode de production par électrolyse avec source énergétique hydraulique



# Domaine de compétences opérationnelles “A” :

## Gestion de projet et sécurité de la station de production d’hydrogène

### a.1 Concevoir et installer des stations de production d’hydrogène

Les professionnels de la production d’hydrogène maîtrisent les avantages et inconvénients des différents procédés de production. Grâce à des travaux d’ingénierie, ils optimisent chaque étape du processus. Ils procèdent à des analyses de sécurité et prévoient les dispositifs de sécurité essentiels des stations. Ils maîtrisent les normes et réglementations en vigueur et coordonnent les procédures de certification nécessaires. Ils disposent notamment de compétences approfondies dans les domaines suivants:

- Hydrogène
- Physique
- Chimie
- Mécanique
- Automation
- Programmation
- Thermodynamique
- Matériaux
- Haute tension
- Haute pression

### a.2 Concevoir des documents en lien avec la sécurité

Les professionnels de la production d’hydrogène élaborent différents documents prescriptifs et informationnels pour assurer la sécurité de la station. Ces documents peuvent être de nature générale, s’adresser aux visiteurs ou professionnels externes qui interviennent sur ou à proximité de la station (électriciens, agents d’exploitation, peintres, etc) ou encore aux techniciens qui interviennent directement sur la station de production. Ils veillent à la clarté des informations et les traduisent en différentes langues afin que tout un chacun puisse les lire et les comprendre. Ils y intègrent notamment :

- Réglementations existantes et normes (HT, ADR, ISO, gaz, etc)
- Réflexions concernant les mesures de sécurité à prendre en l’absence de normes existantes
- Schémas, explications, plans, légendes, symboles des différents éléments de la station
- Port des EPI
- Plans et protocoles d’évacuation en cas d’urgence
- Indications pour le travail aux abords de la station sans danger (arrêt de certains appareils)
- Concept d’intervention en présence et à distance via le système informatique (pour les techniciens de la station)
- Procédures de contrôle

### **a.3 Communiquer et négocier avec les autorités, les fournisseurs d'énergie et le voisinage**

Les professionnels de la production d'hydrogène gèrent les résistances et les peurs inhérentes à la station de production. Ils réalisent des études techniques, ils étudient la faisabilité des nouveaux projets, coordonnent les équipes interdisciplinaires, garantissent le budget, le calendrier et le suivi de la qualité. Ils donnent des explications et prévoient des mesures compensatoires concernant les nuisances sonores, dangers et risques. Ils échangent régulièrement avec les clients de l'écosystème et les fournisseurs d'énergie concernant les attentes et les besoins des différents partenaires. Ils se positionnent comme interlocuteurs privilégiés sur le plan régional pour toutes les questions relatives à l'exploitation et à la sécurité de la station de production. Ils animent des séances d'information et sécurisent le site par des barrières et un dispositif de surveillance, ainsi que par des panneaux d'avertissement explicatifs.

### **a.4 Concevoir des exercices de sécurité**

Les professionnels de la production d'hydrogène planifient, coordonnent et mettent en œuvre des exercices de sécurité impliquant l'hydrogène. Ils coopèrent avec les fournisseurs d'énergie et autres occupants du site, les services de secours et les autorités communales afin de former le personnel aux dangers et réactions adéquates. Après chaque exercice, ils évaluent les résultats et prennent des mesures en conséquence.

## **Domaine de compétences opérationnelles “B” : Entretien et exploitation de la station de production**

### **b.1 Conditionner l'hydrogène pour le transport**

Les professionnels de la production d'hydrogène disposent d'une vue d'ensemble des différentes méthodes de transport d'hydrogène et états de l'hydrogène, de leurs caractéristiques, des domaines d'application, des avantages et inconvénients. Ils s'appuient sur des notions de physique, d'automation et de mécanique pour gérer l'alimentation des bombones ou conduites, ils maîtrisent le fonctionnement des systèmes de compresseur et de refroidissement. Ils respectent scrupuleusement les consignes de sécurité et normes pour le stockage de l'hydrogène, ils appliquent les prescriptions de la SUVA<sup>24</sup> concernant le stockage et l'utilisation de bouteilles de gaz et suivent tout le processus grâce au système informatique et autres instruments de mesure. Ils veillent en particulier à respecter la masse maximale stockable.

### **b.2 Elaborer des protocoles d'entretien**

Les professionnels de la production d'hydrogène élaborent des protocoles d'entretien pour les différents éléments de la station de production, comme les compresseurs, systèmes de refroidissement, l'électrolyseur, les conduites, le système électronique. Ils définissent :

- Les différents types de contrôles à effectuer (matériaux, soudures, bagues, joints, étanchéité, etc)
- Les pièces à changer et les échéances
- Les autres tâches d'entretien de type lavage, lubrification, purge, vidange, etc

Ils tiennent compte des caractéristiques des matériaux (adaptation des pièces à la molécule d'hydrogène dans ses différents états – porosité, durabilité) et des normes en vigueur, par exemple : HT, AtEX, gaz, TÜV, etc

### **b.3 Effectuer des contrôles réguliers sur la base de protocoles et planifier l'entretien<sup>25</sup>**

Les professionnels de l'hydrogène vérifient les installations en fonction des prescriptions établies dans les protocoles d'entretien. Ces contrôles, essentiels pour la sécurité, visent à maintenir l'état et la conformité des installations. Ils sont majoritairement effectués de manière visuelle, à l'aide d'instruments de mesure (température, détection de fuites, etc) et des données du système d'informatique (différents niveaux de pression, système de refroidissement, consommation d'énergie etc). Ils communiquent les résultats des contrôles aux responsables techniques et collaborent à la planification des tâches d'entretien. Une attention particulière est portée aux :

- Vannes
- Robinets
- Conduites
- Joints
- Eléments de stockage
- Pompes

### **b.4 Effectuer des changements de pièces et réparations**

Les professionnels de la production d'hydrogène disposent de notions de mécanique, d'automation, de physique/chimie (par exemple : pneumatique, hydraulique, thermodynamique, haute pression, tuyauterie industrielle, chaudronnerie, soudure) et d'électricité pour assumer des réparations et changements de pièces. Ils collaborent avec les responsables techniques et différents fournisseurs. Ils se basent sur des plans d'installation, les indications des logiciels de gestion d'entretien informatisés et des protocoles d'entretien. Après leurs interventions, ils documentent les travaux et contrôles effectués dans des procès-verbaux ou des rapports d'intervention. Ils effectuent notamment des réparations et diverses tâches d'entretien sur:

- Les vannes, les conduites, joints (étanchéité de l'installation)
- Les circuits électriques
- Le système hydraulique
- Le système de refroidissement
- Les compresseurs
- Le système de production (électrolyseur, thermolyseur, réacteur)
- Organisation des changements de stacks

### **b.5 Communiquer avec le bureau technique, les fabricants ou fournisseurs de pièces dans une seconde langue nationale ou en anglais**

Les professionnels de la production d'hydrogène gèrent les travaux d'entretien et les pannes avec différents partenaires, tels que fournisseurs de pièces, bureaux d'ingénieurs, bureaux techniques, fournisseurs d'énergie.

- Ils lisent et appliquent des instructions techniques fournies par écrit dans la langue locale ou en anglais (plans, schémas, protocoles d'intervention).
- Ils expliquent les actions qu'ils ont entreprises par oral et décrivent l'état de l'installation.
- Ils communiquent sur site ou à distance, par exemple par téléphone ou visio-conférence dans la langue locale ou en anglais.

---

<sup>24</sup> Liste de contrôle: stockage et utilisation sûres de bouteilles de gaz (suva.ch)

<sup>25</sup> Pour les compétences opérationnelles b3 et b4, des offres de formation continue sont proposées par certains fournisseurs, à l'instar de Swagelok : Formation sur les systèmes fluides et formation sur les systèmes d'échantillonnage | Swagelok

# Domaine de compétences opérationnelles “C” : Gestion de la production d’hydrogène et des sources d’énergie nécessaires à la production d’hydrogène<sup>26</sup>

## c.1 Optimiser le rendement de la station de production

Les professionnels de la production d’hydrogène s’attellent à optimiser les rendements de leur production, c’est-à-dire à produire le plus d’hydrogène possible en utilisant le moins d’énergie possible par différents travaux d’ingénierie et de gestion de la production. Par exemple :

- Organiser et documenter des tests
- Surveiller les statistiques de production
- Identifier les meilleurs matériaux et adapter des pièces
- Comparer et discuter avec les fournisseurs et autres spécialistes du domaine
- Gérer les niveaux de production en fonction du niveau de remplissage des stations qu’ils alimentent et du type de source de production– offre/demande
- Tenir compte du prix de l’énergie, influencé notamment par les facteurs géopolitiques, l’offre et la demande, la saisonnalité, l’évolution de la consommation, etc

## c.2 Produire de l’hydrogène par électrolyse de l’eau

Les professionnels de la production H<sub>2</sub> par électrolyse de l’eau s’appuient sur leurs connaissances dans les domaines de l’électricité et la haute tension, la mécanique, l’automatisation, les gaz, l’hydraulique, l’électronique. Ils collaborent pour la gestion des priorités entre l’électricité produite pour le réseau et les autres utilisateurs et celle nécessaire pour le fonctionnement de l’électrolyseur. Ils gèrent et entretiennent le transformateur nécessaire permettant de baisser la haute tension et de passer d’un courant alternatif à un courant continu. Ils gèrent et entretiennent le compresseur permettant de compresser le gaz à 350 bars pour le conditionnement et le système de refroidissement dans le cas d’une compression à 700 bars. Ils veillent à l’état des matériaux et installations ainsi que de la qualité de l’eau qui passe dans l’électrolyseur. Ils gèrent et collaborent à la gestion de la source d’énergie.

### Hydrogène renouvelable :

Solaire (H<sub>2</sub> vert) – installation et entretien des panneaux

- Hydroélectrique (H<sub>2</sub> vert) – gestion du barrage, permis bateau, filtrage (utilisation de scies, tronçonneuses, pelleteuses)
- Éolienne (H<sub>2</sub> vert) – gestion de(s) l’éolienne
- Hydrogène bas carbone
- Nucléaire (H<sub>2</sub> rose) – gestion de la production, centrale nucléaire

### Hydrogène carboné :

- Mix électrique fossile

---

26 La gestion de l’approvisionnement en électricité en amont du transformateur relève en général d’autres métiers. Les termes renouvelable, bas carbone et carboné, de même que les couleurs font encore l’objet de débat sur les définitions. Le seul texte officiel est celui adopté par la commission européenne (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1184&qid=1704969010792>) mais encore rarement utilisé par les producteurs.

### c.3 Produire de l'hydrogène par pyrolyse/thermolyse

Les professionnels de la production d'hydrogène par thermolyse (sans apport d'oxygène exogène) ou pyrolyse gèrent le processus industriel qui consiste à chauffer du gaz naturel ou du méthane afin de la séparer en molécules d'hydrogène et en carbone. La méthode est moins énergivore que l'électrolyse et ne rejette pas de CO<sub>2</sub> puisque celui-ci ressort du processus sous une forme solide.

#### **Hydrogène renouvelable :**

- Thermolyse de la biomasse (H<sub>2</sub> vert)

#### **Hydrogène bas carbone :**

- Thermolyse de gaz naturel ou de méthane (H<sub>2</sub> turquoise)

### c.4 Produire de l'hydrogène par vaporeformage

Les professionnels de la production d'hydrogène par vaporeformage appelé SMR (Steam Methane Reforming) gèrent le vaporéacteur qui permet d'extraire l'hydrogène du gaz naturel sous l'action de la vapeur d'eau surchauffée. Pour produire de l'hydrogène bas carbone, ils disposent et entretiennent également d'un dispositif de captage du CO<sub>2</sub> émis lors du vaporeformage.

#### **Hydrogène renouvelable :**

- Vaporeformage de biométhane (H<sub>2</sub>vert)

#### **Hydrogène bas carbone :**

- Vaporeformage de méthane ou de gaz naturel avec dispositif de captage du CO<sub>2</sub> (Hydrogène bleu)

#### **Hydrogène carboné :**

- Vaporeformage de méthane ou de gaz naturel sans dispositif de captage du CO<sub>2</sub> (hydrogène gris)

### c.5 Produire de l'hydrogène par gazéification

Les professionnels de la production d'hydrogène par gazéification gèrent et entretiennent le réacteur dans lequel des matières carbonées sont brûlées et transformées en gaz dont on sépare l'hydrogène et le monoxyde de carbone.

#### **Hydrogène renouvelable :**

- Pyrogazéification de biomasse (H<sub>2</sub> vert)

#### **Hydrogène bas carbone :**

- Gazéification du charbon avec dispositif de captage du CO<sub>2</sub> (Hydrogène bleu)

#### **Hydrogène carboné :**

- Gazéification du charbon (hydrogène noir)
- Gazéification de lignite (hydrogène brun)

## 4.2.4 Distribution d'h2

L'analyse de l'activité a été réalisée lors d'une visite de la station provisoire privée installée sur le site de Migros GE suivie d'une visite et d'une interview des responsables de la station AVIA à Puidoux, ainsi que par des échanges avec le chauffeur de Migros NE FR. Les profils rencontrés lors de ces visites étaient diversifiés. Le technicien responsable disposait d'une formation initiale dans le domaine de la construction complétée par une formation supérieure. Il assume les responsabilités d'entretien et collabore aux aspects de gestion de projet avec son responsable. Comme pour les activités de production, il est probable qu'en cas de multiplication des points de distribution, ces tâches soient réparties entre les différents professionnels : responsables de projet et techniciens ou opérateurs. Le référentiel présente les compétences avec le titre suivant: "les professionnels de la distribution d'hydrogène".

	DOMAINE DE COMPÉTENCES OPÉRATIONNELLES	COMPÉTENCES OPÉRATIONNELLES				
<b>A</b>	<b>Gestion de projet et sécurité de la station de distribution d'hydrogène<sup>27</sup></b>	<b>a.1</b> Concevoir et intégrer des stations de distribution d'H2 dans le maillage national	<b>a.2</b> Concevoir des documents en lien avec la sécurité	<b>a.3</b> Communiquer et négocier avec les autorités et le voisinage	<b>a.4</b> Concevoir des exercices de sécurité	<b>a.5</b> Organiser et planifier l'avitaillement de la station
<b>B</b>	<b>Entretien et exploitation de la station de distribution d'hydrogène<sup>28</sup></b>	<b>b.1</b> Relier la source d'hydrogène au dispositif de la station de distribution	<b>b.2</b> Elaborer des protocoles d'entretien	<b>b.3</b> Effectuer des contrôles réguliers sur la base de protocoles et planifier l'entretien	<b>b.4</b> Effectuer des changements de pièces et réparations l'entretien	<b>b.5</b> Communiquer avec la centrale, les fabricants ou fournisseurs de pièces dans une seconde langue nationale ou en anglais

27 Compétences opérationnelles a.2, a.3 et a.4 identiques ou similaires à production d'hydrogène

28 Compétences opérationnelles b.2, b.3 et b.4 et b.5 identiques ou similaires à production d'hydrogène, b5 similaire à a.5 mécanicien sur véhicule hydrogène



# Domaine de compétences opérationnelles “A” : Gestion de projet et sécurité de la station de distribution d’hydrogène

## a.1 Concevoir et intégrer des stations de distribution d’hydrogène dans le maillage national

Les professionnels de la distribution d’hydrogène identifient les emplacements potentiels et s’appuient sur leurs connaissances dans le domaine de la construction et de l’hydrogène en tenant compte de différents facteurs :

- Stations déjà existantes
- Type de zone (industrielle, commerciale, résidentielle)
- Volonté politique
- Partenariats commerciaux (responsables de stations, exploitants, fournisseurs et autres acteurs de l’écosystème)

Les professionnels de la distribution d’hydrogène réalisent des études techniques, ils étudient la faisabilité des nouveaux projets, coordonnent les équipes interdisciplinaires, garantissent le budget, le calendrier et le suivi de la qualité. Ils donnent des explications et prévoient des mesures compensatoires concernant les nuisances sonores, dangers et risques. Ils échangent régulièrement avec les clients de l’écosystème et les fournisseurs d’énergie concernant les attentes et les besoins des différents partenaires. Ils se positionnent comme interlocuteurs privilégiés sur le plan régional pour toutes les questions relatives à l’exploitation et à la sécurité de la station de distribution. Ils animent des séances d’information et sécurisent le site par des barrières et un dispositif de surveillance, ainsi que par des panneaux d’avertissement explicatifs.

Ils tiennent compte des différentes normes et réglementations (SUVA, ECA, Etat, ...), ils évaluent les charges et revenus de l’exploitation de la station de distribution. Ils adaptent la station aux besoins d’échelle en termes de capacité et types de stockage, de type de compresseurs, de systèmes de refroidissement. Ils optimisent le temps de remplissage par des travaux d’ingénierie et prévoient les dispositifs de sécurité essentiels. Ils s’appuient notamment sur des connaissances approfondies dans les domaines suivants :

- Hydrogène
- Physique
- Chimie
- Mécanique
- Automation
- Programmation
- Thermodynamique
- Matériaux
- Haute pression
- Haute tension

## **a.2 Concevoir des documents en lien avec la sécurité**

Les professionnels de la distribution d'hydrogène élaborent différents documents prescriptifs et informationnels pour assurer la sécurité de la station. Ces documents peuvent être de nature générale, s'adresser aux visiteurs ou professionnels externes qui interviennent sur ou à proximité de la station (électriciens, agents d'exploitation, peintres, etc) ou aux techniciens qui interviennent directement sur la station de distribution. Ils veillent à la clarté des informations et les traduisent en différentes langues afin que tout un chacun puisse les lire et les comprendre. Ils y intègrent notamment :

- Règlementations existantes et normes (HT, ADR, ISO, gaz, etc)
- Réflexions concernant les mesures de sécurité à prendre en l'absence de normes existantes
- Schémas, explications, plans, légendes, symboles des différents éléments de la station
- Port des EPI
- Plans et protocoles d'évacuation en cas d'urgence
- Indications pour le travail aux abords de la station sans danger (arrêt de certains appareils)
- Concept d'intervention en présence et à distance via le système informatique (pour les techniciens de la station)
- Procédures de contrôle

## **a.3 Communiquer et négocier avec les autorités et le voisinage**

Les professionnels de la distribution d'hydrogène gèrent les résistances et les peurs inhérentes à la station de distribution. Ils donnent des explications et prévoient des mesures compensatoires concernant les nuisances sonores, dangers et risques. Ils échangent régulièrement avec les clients de l'écosystème et les fournisseurs d'hydrogène concernant les attentes et les besoins des différents partenaires. Ils se positionnent comme interlocuteurs privilégiés sur le plan régional pour toutes les questions relatives à l'exploitation et à la sécurité de la station de production. Ils animent des séances d'information et sécurisent le site par des barrières et un dispositif de surveillance, ainsi que par des panneaux d'avertissement explicatifs.

## **a.4 Concevoir des exercices de sécurité**

Les professionnels de la distribution d'hydrogène planifient, coordonnent et mettent en œuvre des exercices de sécurité impliquant l'hydrogène. Ils coopèrent avec les exploitants et autres occupants du site, les services de secours et les autorités communales afin de former le personnel aux dangers et réactions adéquates. Ils intègrent également les résidents alentours dans les exercices et informations. Après chaque exercice, ils évaluent les résultats et prennent des mesures en conséquence.

## a.5 Organiser et planifier l'avitaillement de la station

Les professionnels de la distribution d'hydrogène déterminent le système d'avitaillement en fonction de l'environnement, des infrastructures et de la proximité du site de production (containers, cadres, hydrogénoduc, camions, rail). Ils intègrent les questions de rentabilité et d'écologie dans leurs réflexions, notamment en ce qui concerne le transport entre site de production et site de distribution.

En fonction des besoins, ils négocient avec les fournisseurs le rythme, les modalités de livraison et l'origine de l'hydrogène qui alimente la station. Ils communiquent et suivent l'évolution des besoins du marché régional grâce à des statistiques et à l'entretien du réseau au sein de l'écosystème H<sub>2</sub>.

# Domaines de compétences opérationnelles “B” : Entretien et exploitation de la station de distribution d'hydrogène

## b.1 Relier la source d'H<sub>2</sub> au dispositif de la station de distribution

Les professionnels de la distribution d'hydrogène ou du transport d'hydrogène relient les cadres, bombonnes, containers ou conduites d'hydrogène au dispositif de distribution. Ils respectent les prescriptions de la SUVA concernant le stockage et l'utilisation des bouteilles de gaz.<sup>29</sup> Ils veillent en particulier à respecter la réglementation en matière de masse maximale stockable. Les transporteurs qui acheminent l'hydrogène par camion/container disposent d'un permis SDR/ADR pour le transport de matières dangereuses. Ils échangent le container ou cadre vide contre un plein et branchent la source selon les instructions du fabricant de la station. Ils interprètent les indications de niveaux de pression et purgent les conduites si nécessaire.

## b.2 Elaborer des protocoles d'entretien

Les professionnels de la distribution d'hydrogène élaborent des protocoles d'entretien pour les différents éléments de la station de distribution, comme les compresseurs, les systèmes de refroidissement, les conduites, le système électronique, la pompe, le pistolet, l'automate, les différents types de stockage du site. Ils définissent :

- Les différents types de contrôles à effectuer (matériaux, soudures, bagues, joints, étanchéité, etc)
- Les pièces à changer et les échéances
- Les autres tâches d'entretien de type lavage, lubrification, purge, vidange, etc

Ils tiennent compte des caractéristiques des matériaux (adaptation des pièces à la molécule d'hydrogène dans ses différents états – porosité, durabilité) et des normes en vigueur, par exemple : HT, AtEX, gaz, TÜV, etc

---

<sup>29</sup> Liste de contrôle: stockage et utilisation sûres de bouteilles de gaz (suva.ch)

### **b.3 Effectuer des contrôles réguliers sur la base de protocoles et planifier l'entretien<sup>30</sup>**

Les professionnels de la distribution d'hydrogène vérifient l'état des installations en fonction des prescriptions établies dans les protocoles d'entretien. Ces contrôles sont majoritairement effectués de manière visuelle, à l'aide d'instruments de mesure (température, détection de fuites, etc) et des données du système d'informatique (différents niveaux de pression, système de refroidissement, consommation d'énergie etc). Ils communiquent les résultats des contrôles aux responsables techniques, identifient les pièces à changer et collaborent à la planification des tâches d'entretien. Une attention particulière est portée aux :

- Eléments de stockage (containers de livraison – 200 bars, bombones à 450 bars prêtes pour l'alimentation des véhicules lourds à 350 bars, H2 recompressé à 800 > Compresseurs
- Système de refroidissement
- Vannes
- Robinets
- Conduites
- Joints
- Pompes
- Pistolet
- Systèmes de sécurité (détecteurs H2, alarmes, système d'évent pour l'évacuation d'H2, ...)

### **b.4 Effectuer des changements de pièces et réparations**

Les professionnels de la distribution d'hydrogène disposent de notions de mécanique, d'automation, de physique/chimie (par exemple : pneumatique, hydraulique, thermo-dynamique, haute pression, tuyauterie industrielle, chaudronnerie, soudure) et d'électricité pour assumer des réparations et changements de pièces. Ils collaborent avec les responsables techniques et différents fournisseurs. Ils se basent sur des plans d'installation, les indications des logiciels de gestion d'entretien informatisés et des protocoles d'entretien. Après leurs interventions, ils documentent les travaux et contrôles effectués dans des procès-verbaux ou des rapports d'intervention. Ils effectuent notamment des réparations et diverses tâches d'entretien sur :

- Les vannes, les conduites, joints (étanchéité de l'installation)
- Les circuits électriques
- Le système hydraulique
- Le système de refroidissement
- Les compresseurs
- Le système de distribution
- Changement de pièces du pistolet, de la pompe

### **b.5 Communiquer avec le bureau technique, les fabricants ou fournisseurs de pièces dans une seconde langue nationale ou en anglais**

Les professionnels de la distribution d'hydrogène gèrent les travaux d'entretien et les pannes avec différents partenaires, tels que fournisseurs de pièces, bureaux d'ingénieurs, bureaux techniques, centrale, fabriquant.

- Ils lisent et appliquent des instructions techniques fournies par écrit dans la langue locale ou en anglais (plans, schémas, protocoles d'intervention).
- Ils expliquent les actions qu'ils ont entreprises par oral et décrivent l'état de l'installation.
- Ils communiquent sur site ou à distance, par exemple par téléphone ou visio-conférence dans la langue locale ou en anglais.

---

<sup>30</sup> Pour les compétences opérationnelles b3 et b4, des offres de formation continue sont proposées par certains fournisseurs, à l'instar de Swagelok : Formation sur les systèmes fluides et formation sur les systèmes d'échantillonnage | Swagelok

# 5. FORMATION EN SUISSE

## 5.1 Formation informelle

L'étude Estimation marché H2 bas-carbone en Suisse romande (ERM, 2024) évoque l'évolution des types d'emploi avec le cycle de vie des projets. Lors de la phase de conception, la plus grande partie de la main d'œuvre est constituée de profils essentiellement axés sur l'ingénierie (85%). Dans la phase d'industrialisation, les techniciens prennent plus d'importance pour finir par être majoritaires dans la phase d'exploitation (80%).

Ces conclusions correspondent aux observations de terrain. Les projets de développement d'hydrogène, en particulier d'hydrogène décarboné ou bas carbone, occupent actuellement principalement du personnel issu du domaine de l'ingénierie. Dans ces projets, ce sont actuellement les mêmes personnes qui assument les tâches de développement et d'entretien. Les entreprises rencontrées ont élaboré des programmes de formation plus ou moins structurés, parfois en fournissant des documents et infographies aux employés. Elles s'appuient surtout sur une transmission du personnel expérimenté au personnel nouveau, au sein d'une même entreprise (mentorat) ou entre entreprises partenaires, à l'image des spécialistes de GreenGT qui ont partagé leurs savoirs avec les professionnels de la Migros. A ce jour, le développement de compétences sur le terrain est essentiellement basé sur l'expérience et ne repose pas sur des cursus de formation certifiants.

## 5.2 Formation formelle

Depuis le début de projet en 2020, la perception et les connaissances des enjeux de la filière hydrogène ont évolué. L'hydrogène est désormais mentionné explicitement dans quelques documents prescriptifs, mais pas encore dans le cadre de la formation professionnelle initiale.

Dans le domaine de la mécanique, l'UPSA a intégré des notions concernant l'hydrogène, explicitement cité dans les documents de mise en œuvre de deux cursus de formation professionnelle supérieure.

Le domaine de compétences Z4 MA "Systèmes d'entraînement alternatifs"<sup>31</sup> fait partie des cursus de formation suivants :

- Brevet Fédéral de "Coordinateur d'atelier automobile"
- Brevet Fédéral de "Diagnosticien d'automobiles", spécialisation véhicules léger ou spécialisation véhicules utilitaires

L'UPSA projette d'étendre son offre et évoque désormais l'hydrogène dans son programme de modules de formation continue dans le domaine des carburants gazeux. Un module d'approfondissement H2<sup>32</sup>, pour donner suite au module de base sur les gaz<sup>33</sup>, a été décrit en 2022 et des partenaires de formation potentiels identifiés.

---

31 20210201\_kompetenzbereich-z4\_def\_fre\_1.pdf (autoberufe.ch)

32 Adresse (agvs-upsa.ch)

33 <https://formation.upsa-vaud.ch/cours/sensibilisation-a-la-manipulation-sure-des-carburants-gazeux/>

Toutefois, le site internet n'offre pour l'instant pas de possibilité d'inscription à ce cours et quelques documents sont encore publiés avec la mention "projet", à l'exemple de l'accord de reconnaissance module H2<sup>34</sup> avec les prestataires de formation.

En automne 2024, un premier cursus certifiant spécifique sur l'hydrogène sera lancé à la Haute Ecole d'Ingénierie et d'Architecture de Fribourg : un CAS intitulé "Hydrogène, vecteur d'énergie".<sup>35</sup> Destiné essentiellement à un public disposant d'une formation de niveau tertiaire, ce cursus est constitué d'un cours de base reprenant une majorité de notions évoquées au chapitre 3.1 et pouvant être suivi individuellement. La seconde partie, permettant de valider le CAS, porte sur un projet d'approfondissement, en fonction de l'activité professionnelle personnelle.

Il est à relever que l'hydrogène est également abordé dans divers cursus du tertiaire A, HES ou universitaires, en lien avec les branches techniques, l'ingénierie, l'énergie et l'environnement.

## 5.3 Recommandations

L'introduction formelle de nouveaux contenus dans des cursus existants relève de la responsabilité des OrTra, qui doivent suivre les différentes étapes de développement des professions décrites dans le "Manuel Processus de développement des professions dans la formation initiale" avec une possibilité de "Processus accéléré"<sup>36</sup>. Concernant la formation professionnelle supérieure, un guide similaire détaille à leur attention les étapes à suivre pour l'élaboration et la révision des règlements d'examen fédéraux<sup>37</sup>. En conséquence, les professions référencées existantes ne seront complétées par les contenus liés à l'hydrogène que si les organes responsables et les branches considèrent qu'ils sont nécessaires dans leurs dispositifs de formation.

### **Proactivité des acteurs de la chaîne de valeur**

Les entreprises étant généralement bien représentées dans ces organes, il est recommandé aux acteurs qui souhaitent défendre et promouvoir le développement de l'hydrogène de maintenir diverses activités de réseautage et intersectorielles. La communication autour de projets concrets, de développement et d'industrialisation intégrant l'hydrogène bas carbone ou décarboné comme vecteur d'énergie propre, à l'image du projet GoH, ne peut qu'avoir un impact positif sur la prise de conscience des partenaires de la formation professionnelle, à commencer par les OrTras.

### **Participation directe ou indirecte aux processus de révision**

Un levier d'action consiste à surveiller les différentes professions qui entrent dans des processus de révision. Une participation active dans les groupes de travail ou aux déroulement de l'examen quinquennal permet d'exercer une influence directe sur le développement des documents cadre. Il est à relever qu'avant leur publication par le SEFRI, les ordonnances et plans de formation sont mis en consultation auprès de la branche, des cantons et des offices fédéraux, tels que l'Office Fédéral pour l'Environnement ou l'Office Fédéral pour la Santé Publique. Ce processus permet aux personnes sollicitées de se prononcer sur les contenus et l'organisation du cursus en révision.

### **Flexibilité dans la formulation des objectifs et compétences des documents prescriptifs**

Si la technologie H2 n'est pas explicitement mentionnée dans un plan de formation de formation professionnelle initiale, la formulation ouverte d'objectifs, par exemple "Décrit les différents systèmes d'entraînement alternatifs" laisse une certaine marge de manœuvre pour l'interprétation ou pour développer des documents de mise en œuvre évolutifs pour les lieux de formation (école professionnelle, cours interentreprises, écoles professionnelle) entre deux processus de révision. Dans une phase de transition entre l'apparition d'une technologie et son déploiement à plus grande échelle, cette solution offre un peu de flexibilité pour sensibiliser les personnes en formation aux différentes tendances en fonction des actualités de leurs lieux de formation.



### **Développement de projets internes aux institutions de formation**

Les écoles des métiers assurent l'enseignement pratique et théorique d'une palette variée de CFC et de formations supérieures. Véritable alternative à la formation duale en entreprise, ces institutions disposent d'une expertise, d'un réseau et d'équipement. Elles peuvent, dans le cadre de certains projets, mettre en avant ou travailler autour de l'hydrogène, développant ainsi les compétences de leur personnel et des personnes en formation. L'Ecole des Métiers de Fribourg (EMF) organise par exemple les 6H de Fribourg, une course de modèles réduits à l'hydrogène, impliquant ses différentes filières.

### **Intégration des contenus dans le dispositif de formation continue et supérieure dans un premier temps**

A l'image de l'UPSA, certaines organisations ont déjà pris des initiatives et choisissent en premier lieu de passer par la formation supérieure et continue lorsque la technologie est encore considérée comme étant "de niche". Pour celles qui n'ont pas encore franchi ce pas, et dans le cas d'un développement plutôt progressif du déploiement de l'hydrogène, cette option est à privilégier. En effet, dans la formation initiale, le développement est conditionné par la possibilité pour un maximum d'entreprises formatrices d'offrir un environnement et des activités permettant de suivre la formation, ce qui exclut les domaines de spécialisation ne concernant que l'activité quotidienne de quelques entreprises.

### **Collaboration transversale aux secteurs d'activité**

L'analyse de l'activité a fait émerger des compétences similaires sur plusieurs référentiels, ce qui représente un potentiel pour le développement de modules communs. Il pourrait être intéressant de développer des collaborations entre différentes organisations, voire avec des acteurs publics, pour proposer des modules de formation continue sur les thématiques H2 concernant plusieurs métiers. Cela pourrait inclure, par exemple, les aspects de sécurité, de prévention et de réaction en cas d'incident.

### **Développement d'un cursus spécifique pour les techniciens de maintenance de stations**

Pour les domaines de la production et la distribution d'hydrogène, les personnes interrogées avaient des parcours très divers, mais il y a beaucoup de points communs entre les deux référentiels. Dans le cas d'une multiplication de ce type d'infrastructures<sup>38</sup>, il y a un potentiel éventuel pour créer un nouveau cursus de profession initiale pour l'entretien des stations. Cela signifierait que les principaux acteurs du domaine devraient constituer une OrTra pour développer une formation initiale certifiante correspondant exactement à leurs besoins. Ils devraient, dans le cadre du processus, démontrer que la nouvelle profession se différencie suffisamment des professions parentes existantes.

---

34 Adresse (agvs-upsa.ch)

35 <https://www.heia-fr.ch/fr/formation-continue/cas-en-hydrogene-vecteur-d-energie/>

36 Développement des professions (admin.ch)

37 Élaboration et révision d'un règlement d'examen (admin.ch)

38 Phases d'industrialisation et d'exploitation mentionnées dans le rapport d'ERM (voir point 4.1) qui prévoit des besoins accrus en techniciens et opérateurs

# 6. Conclusion

Ce projet a démontré que les entreprises innovantes se heurtent au système de formation professionnelle qui adapte les curricula lorsque le marché est établi. Elles portent donc la responsabilité de former les collaborateurs techniques en parallèle de leurs activités de recherche et développement. Dans le cas de l'hydrogène, le marché n'a pas encore de besoins massifs de personnel qualifié, mais on constate que lorsqu'une technologie se déploie et que la formation n'a pas évolué dans les temps, le décalage entre la demande et la disponibilité de main d'œuvre qualifiée peut devenir problématique. Le domaine du photovoltaïque a récemment dû prendre des mesures pour pallier une pénurie. Dans ce projet, il a également été constaté que ni les conducteurs de véhicules lourds ni les mécaniciens de maintenance automobile ne sont formés sur les camions électriques dans leurs cursus de formation initiale, alors que les entreprises commencent à équiper leurs flottes de ce type de véhicules. Pour cet exemple, l'OrTra concernée a conçu des modules de formation continue.

Concernant le déploiement de l'hydrogène, les perceptions ont beaucoup évolué entre le début du projet et la rédaction du présent rapport. Le coût de l'hydrogène renouvelable et le manque d'infrastructures ont réfréné certaines ambitions, notamment dans le cadre de la mobilité où la concurrence avec les batteries est importante. Certains experts s'accordent toutefois à considérer l'hydrogène comme une alternative sérieuse au tout électrique qui mettra inévitablement le marché de l'électricité sous tension. Les possibilités de stockage offertes par l'hydrogène, ainsi que l'évolution du prix de l'électricité et de la quantité de production d'énergie renouvelable pourraient favoriser son développement, tout comme un éventuel soutien étatique.

L'hydrogène reste une technologie à privilégier pour la décarbonation de certains secteurs nécessitant une grande puissance et une autonomie importante, comme dans l'industrie pour remplacer certains gaz, l'aéronautique, la marine marchande, les machines de chantier, le domaine agricole ou les transports publics dans des cas spécifiques.

Même si certaines projections tendent à montrer qu'à l'avenir, une grande partie de l'hydrogène décarboné ou bas carbone sera importé, les énergéticiens cherchent à développer leur savoir-faire via des projets, plus ou moins avancés, de production d'hydrogène renouvelable ou bas carbone. La technologie permet notamment de stocker les surplus d'énergie produits. Dans un souci de rentabilité, certains de ces projets sont de petites unités de production, conçues à proximité de l'utilisateur final. Certains de ces projets concernent des industriels, utilisateurs de longue date d'hydrogène pour des processus autres que comme vecteur d'énergie, et qui cherchent à décarboner leurs activités.

Le développement de l'hydrogène en Suisse prendra peut-être plus de temps qu'espéré par les acteurs du projet GoH. Néanmoins, il devrait suivre une courbe ascendante et nécessitera une main d'œuvre qualifiée. Les référentiels élaborés dans le cadre de GoH, ainsi que la description des compétences peut donc servir comme base de travail pour les branches qui souhaitent anticiper cette transition.

# 7. Perspectives

Le projet Goh! formation s'est achevé en 2024, mais la fondation Nomads poursuit son travail dans le domaine de l'hydrogène ainsi que l'identification de nouvelles compétences et de compétences modifiées dans d'autres domaines et branches. Leurs activités prévues sont décrites dans ce chapitre.

## **Candidature au programme Skills-First Lighthouse**

Ayant réussi à identifier les nouvelles compétences et les compétences modifiées requises tout au long de la chaîne de valeur d'un camion à hydrogène dans l'industrie du transport lourd, la fondation Nomads s'efforce de postuler au programme Skills-First Lighthouse du Forum économique mondial. Ayant apporté cette contribution pertinente à la Reskilling Revolution, ils souhaitent faire partie de la Future Skills Alliance et continuer à soutenir cet objectif dans le domaine de l'hydrogène ainsi que dans leurs autres projets à venir.

## **Projet GreenSkHy**

Une autre étape que la fondation Nomads entreprend avec Future.Solutions et la HEIA-Fribourg concernant la phase de mise en œuvre est le projet GreenSkHy. L'objectif de cette initiative est de créer un aperçu de toutes les opportunités de formation liées à l'hydrogène et de construire un réseau d'éducateurs possédant une expertise pertinente. Cela inclut des offres formelles, telles que la formation continue, les cours, etc., mais aussi des opportunités éducatives informelles, comme les éducateurs qui mettent l'accent sur l'hydrogène ou ont développé du matériel de formation supplémentaire lié à l'hydrogène dans la formation des professions identifiées.

## **Coopération internationale**

Un certain nombre de parties prenantes internationales, telles que l'Organisation internationale du Travail (OIT) et SkillsFuture Singapore, par exemple, ont manifesté leur intérêt pour l'étude de cas ainsi que pour la méthodologie décrite dans ce rapport. La fondation Nomads travaillera avec ces parties prenantes pour les aider à utiliser cet exemple de bonne pratique et à le diffuser auprès des parties intéressées.

## **Démarche HyAcademy.EU**

En complément de ces initiatives, la fondation Nomads s'engage également aux côtés de Future.Solutions et la HEIA-Fribourg dans la démarche HyAcademy.EU. Ce projet vise à créer une plateforme européenne de formation et d'éducation dédiée à l'hydrogène. L'objectif est de mutualiser les ressources et les expertises à l'échelle européenne pour développer des programmes de formation standardisés et de haute qualité. Cette initiative permettra non seulement d'harmoniser les compétences dans le domaine de l'hydrogène à travers l'Europe, mais aussi de faciliter la mobilité professionnelle et d'accélérer le déploiement des technologies de l'hydrogène. La fondation Nomads jouera un rôle clé dans l'apport de son expertise et de son expérience acquise lors du projet GoH ! pour contribuer au développement de cette académie européenne de l'hydrogène.

## **Réseau H2**

Enfin, la fondation Nomads prévoit de poursuivre ses réflexions sur les compétences et formations nécessaires au développement de l'hydrogène par le biais du Réseau H2, lancé en 2023. Ce réseau a pour objectif de favoriser les synergies entre les divers acteurs de la filière hydrogène en Suisse, incluant l'industrie, la recherche et les pouvoirs publics. Cette approche collaborative permettra de continuer à identifier les besoins en compétences, de mutualiser les ressources pédagogiques et de promouvoir des parcours de formation adaptés aux évolutions rapides du secteur, contribuant ainsi au déploiement efficace de la filière hydrogène en Suisse romande.

# 8. Références

HEFP / Nomads, 2024, Wettstein F., From Innovation to competencies

Site internet “Gaz énergie romandie”, En savoir plus sur l'hydrogène (gazenergie-romandie.ch) (consulté le 10.06.2024)

France Hydrogène 2021, Compétences-métier de la filière Hydrogène, Anticiper pour réussir le déploiement d'une industrie stratégique France\_20Hydrog\_C3\_A8ne\_Livre\_20blanc\_20Comp\_C3\_A9tencesm\_C3\_A9tiers\_Final.pdf (france-hydrogene.org) (consulté le 10.06.2024)

Carif-Oref de Normandie 2020, Filière hydrogène : Panorama de l'offre de formation Normandie, doc\_num.php (profilinfo.fr) (consulté le 10.06.2024)

Consilde Media Group, 2024, Guide emploi et formation dans la filière hydrogène, GUIDE METIERS HYDROGENE 01 (calameo.com), (consulté le 12.07.2024)

ERM / Nomads, 2024 à compléter

Site internet “H2 mobilité suisse”, Home (h2mobilitaet.ch) (consulté le 10.06.2024)

Site internet “H2 bois groupe Corbat”, Hydrogène de bois | Groupe Corbat (h2bois.ch) (consulté le 10.06.2024)

Site internet “Hydrogen today”, Hydrogen Today - Accueil - le média référence de l'hydrogène (consulté le 10.06.2024)

Site internet “France hydrogène”, Agir pour accélérer le développement de l'hydrogène – France Hydrogène - France Hydrogène (france-hydrogene.org) (consulté le 10.06.2024)

Site internet “Futura Sciences”, Comment produite de l'hydrogène ? (futura-sciences.com) (consulté le 10.06.2024)

Site internet “SEFRI”, 1 Tâche commune de la Confédération, des cantons et des organisations du monde du travail (admin.ch) et Développement des professions (admin.ch) (consultés le 09.07.2024)

Site internet des 6H de Fribourg : Course De Voiture À Hydrogène | 6 Heures De Fribourg (6hdefribourg.ch) (consulté le 09.07.2024)

Site internet de l'UPSA : Les professions automobiles ont de l'avenir | AGVS | UPSA (agvs-upsa.ch) (consulté le 10.07.2024)

EMSD 2024, “Code of Practice for Hydrogen Fuelled Vehicles and Maintenance Workshops” CoP-for-HFV-and-Workshop-issue-O\_r1.pdf (cnsd.gov.hk) (consulté le 27.09.2024)

Site internet de la SUVA : Liste de contrôle: stockage et utilisation sûres de bouteilles de gaz (suva.ch) (consulté le 27.09.2024)

Site internet H2tools.org : Microsoft PowerPoint - LMFC ERG\_””20130403 (h2tools.org) (consulté le 02.10.2024)

Site internet de l'Union Européenne : Delegated regulation - 2023/1184 - EN - EUR-Lex (europa.eu) (Consulté le 02.10.2024)

Site internet de Swagelok : Formation sur les systèmes fluides et formation sur les systèmes d'échantillonnage | Swagelok (consulté le 02.10.2024)

<https://formation.upsa-vaud.ch/cours/sensibilisation-a-la-manipulation-sure-des-carburants-gazeux/>

# 9. Remerciements

GreenGT, Fuel Cell Technology | Hydrogen consulting & engineering ([greengt.ch](http://greengt.ch))

Migros Genève, Coopérative Migros Genève | Migros Genève

Migros Neuchâtel-Fribourg, Migros Neuchâtel-Fribourg

Hydrospider, Hydrospider AG | Erneuerbarer Wasserstoff für die Mobilität von morgen

Alpiq, Centrale de Gösgen ([alpiq.ch](http://alpiq.ch))

Uscope, Uscope - Identifier et valoriser ses compétences.

SIG, Mobilité hydrogène – Camion à hydrogène vert | SIG ([sig-ge.ch](http://sig-ge.ch))

AVIA Puidoux, Bienvenue chez AVIA DISTRIBUTION SA | [adsa.ch](http://adsa.ch)







