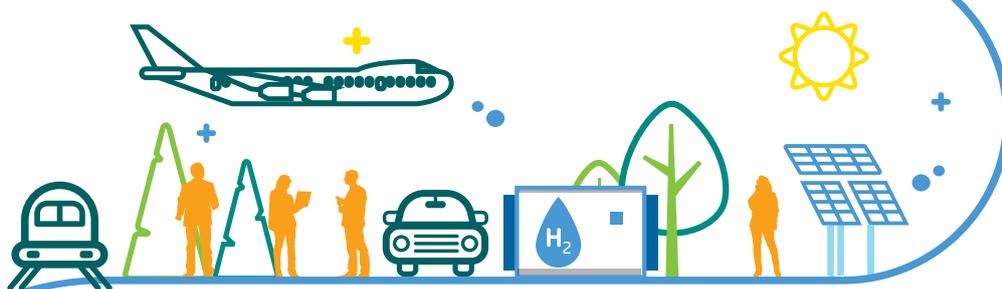


Adaptation des compétences métiers aux spécificités de l'hydrogène



Recueil des besoins



Table des matières

Résumé exécutif

3

Introduction

4

1 - Méthodologie

5

2 - Etat des lieux des « spécificités hydrogène » requises par les métiers de la filière

6

3 - Analyse des besoins « spécificités hydrogène » sur les 6 groupes de métiers identifiés

8

4 - Enjeux stratégiques & préconisations de France Hydrogène pour faciliter l'adaptation des parcours de formation aux spécificités de l'hydrogène

18

Annexe

21



Introduction

Qualification des spécificités hydrogène des métiers de la filière

Le livre Blanc des « Compétences-métiers de la filière Hydrogène » publié en 2021 par France Hydrogène a permis de référencer les différents métiers de cette filière en pleine croissance et de caractériser de manière proactive les besoins des industriels en termes de compétences. Grâce à la construction de ce référentiel et le recensement des 84 métiers qui le composent, il est apparu que beaucoup de métiers de la filière hydrogène ne sont pas nouveaux. Ils mobilisent des compétences-connaissances que l'on peut retrouver sur d'autres filières avec bien entendu pour certains, des besoins de formation supplémentaires.

Fort de ce constat, il est devenu nécessaire d'examiner la caractérisation de ces métiers et de définir le plus précisément possible leurs spécificités hydrogène respectives. France Hydrogène a ainsi missionné la société Enerdata pour mener des entretiens auprès des industriels, analyser ces spécificités et formuler des recommandations.

Au travers de ce recueil, nous résumons les points clés de l'étude :

- **Identifier** les besoins des métiers de la filière en connaissances-compétences hydrogène,
- **Catégoriser et segmenter** chaque métier selon un niveau de spécificité hydrogène,
- **Identifier** des modules génériques à intégrer dans les parcours de formation,
- **Formuler** des préconisations pour faciliter l'adaptation de ces parcours de formation aux spécificités de l'hydrogène.

A noter que l'étude dont rend compte ce recueil qualifie les spécificités hydrogène d'une sélection de métiers mais ne fournit pas de quantification, que ce soit en termes de volumes liés aux compétences et métiers, ni en termes d'emplois associés, ni en termes de temporalité des besoins.



© Air Liquide _ Pierre-Emmanuel RASTOIN



1 - Méthodologie de recueil des spécificités hydrogène requises par les métiers

Valorisation des résultats et travaux issus du référentiel des « Compétences-Métiers de la filière hydrogène »

Le référentiel national réalisé en 2021 a permis de recenser 84 métiers et de dégager une première série d'enseignements. Il met notamment en lumière plusieurs compétences techniques particulièrement demandées au sein des métiers de la filière : génie électrique et informatique industrielle, génie mécanique, mécanique des fluides, QSE et métrologie, mais également des métiers d'ores et déjà en tension.

Ainsi, le référentiel a été utilisé pour identifier une première liste d'une cinquantaine de métiers associés à 1 ou plusieurs des 5 compétences les plus demandées et/ou en tension.

Contribution des industriels

Les métiers identifiés ont permis de sélectionner et d'interroger 17 industriels français de la filière hydrogène. L'objectif était de qualifier, avec les professionnels directement concernés et services des ressources humaines, les spécificités hydrogène de chaque métier.

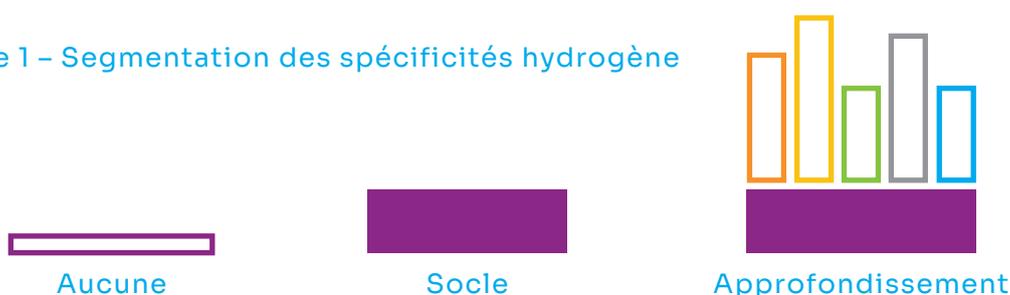
Définition des spécificités hydrogène d'un métier

Chaque métier de la filière hydrogène fait appel à une gamme de qualification et de compétences elle-même décomposée en une série de connaissances techniques et/ou non-techniques, de savoir-faire et de savoir-être avec des niveaux de maîtrise différents. C'est ce que l'on nomme les « spécificités hydrogène » d'un métier. Ici, l'analyse se concentre avant tout sur les connaissances et expertises nécessaires à l'exercice d'un métier.

En fonction de chaque métier, une segmentation des spécificités hydrogène a été considérée selon 3 niveaux :

- **Aucune spécificité hydrogène** : le métier ne nécessite aucune connaissance hydrogène ou une sensibilisation minimale de l'ordre de la culture personnelle.
- **Socle** : le métier fait appel à des connaissances génériques sur l'hydrogène,
- **Approfondissement** : le métier fait appel à des connaissances hydrogène approfondies sur un ou plusieurs domaines en plus de la maîtrise du Socle.

Figure 1 – Segmentation des spécificités hydrogène



Quelques précisions peuvent être apportées quant à la définition de ces catégories, en particulier concernant le « socle » et la catégorie « approfondissement ». Le socle est une base de connaissances commune intégrant toutes les notions élémentaires sur l'hydrogène. Il représente une introduction ou une

première approche du sujet hydrogène. Les métiers ayant un besoin de connaissances au-delà d'une base introductive doivent recevoir une formation approfondie sur un ou plusieurs domaines de compétence. C'est par exemple le cas de métiers qui vont traiter ou être confrontés à des problématiques liées aux matériaux : ils auront besoin d'une formation plus détaillée sur le sujet, explicitant entre autres des notions de compatibilité chimique, phénoménologie de l'interaction de l'hydrogène avec la matière, contraintes thermiques, etc.

Classification par groupes de métiers aux besoins similaires

L'identification des spécificités hydrogène par la qualification des changements et adaptations sur un ensemble de **65 métiers** a mis en évidence des **disparités au niveau des besoins de connaissances hydrogène** parmi ces professions, mais également a révélé **des groupes de métiers avec des spécificités hydrogène similaires**. L'identification de plusieurs groupes de métiers partageant des spécificités communes a pour objectif de **faciliter l'évolution des parcours de formation**. Pour adapter au mieux les parcours de formation aux métiers de la filière hydrogène, il est nécessaire d'identifier ces groupes de métiers aux compétences et besoins communs, voire similaires.

Cette segmentation donnera ainsi lieu à l'identification du format de « modules génériques » qui permettront aux organismes de formation et d'enseignement d'adapter leurs parcours.



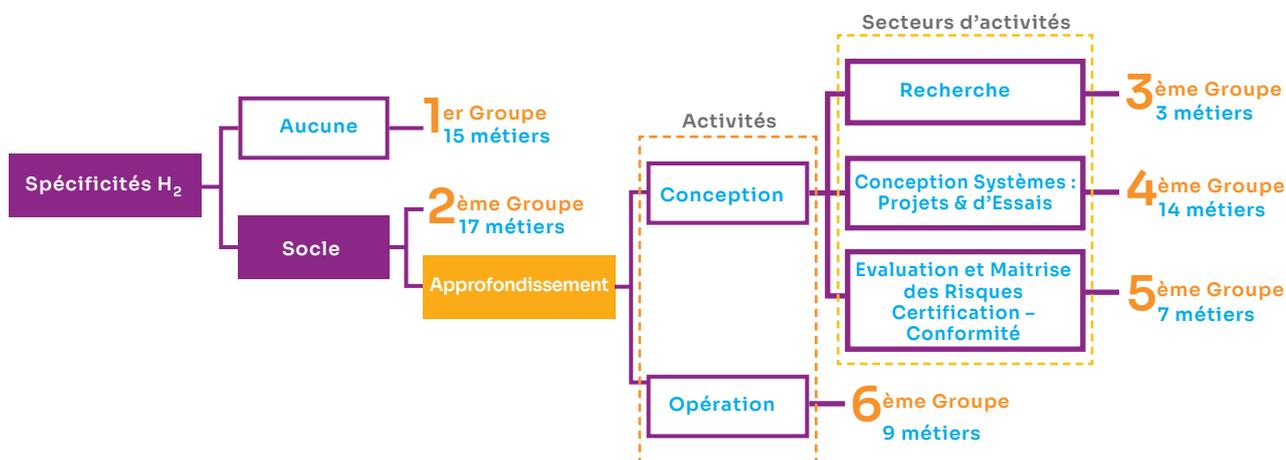
2 - Etat des lieux des « spécificités hydrogène » requises par les métiers de la filière

L'étude a permis de mettre en lumière les besoins en termes de connaissances-compétences hydrogène selon chaque métier analysé.

Regroupement de métiers par spécificités hydrogène similaires

6 groupes de métiers aux besoins hydrogène similaires émergent de l'analyse.

Figure 2 - Les 6 groupes de métiers avec des besoins hydrogène similaires



Les 65 métiers ont pu être segmentés de la manière suivante, en fonction du niveau de connaissance hydrogène requis :

- **1^{er} groupe – « Aucune spécificité H₂ »** : 15 métiers intégrés sur la chaîne de valeur ont été définis comme ne nécessitant pas de connaissances particulières sur l'hydrogène.
- **2nd groupe – « Socle H₂ »** : 17 métiers faisant uniquement appel au « Socle », c'est-à-dire à une base de connaissances définies.

La classification des 33 métiers restants en 4 groupes a été possible en tenant compte des activités des métiers. Il est en effet apparu que les métiers de la « conception » et de l' « opération » ne partagent pas les mêmes besoins.

- **3^{ème} groupe – « Approfondissement – Métiers de l'Opération »** : 9 métiers. Ce groupe inclut des métiers pouvant intervenir sur des étapes de construction, d'opération et maintenance.

Concernant les métiers de la Conception, une sous-segmentation a été réalisée, en tenant compte des secteurs d'activité concernés, c'est-à-dire leur positionnement sur la chaîne de valeur. Ainsi, les 3 derniers groupes de métiers sont les suivants :

- **4^{ème} groupe – « Approfondissement – Métiers de la Recherche »** : 3 métiers faisant intervenir des profils très spécialisés,
- **5^{ème} groupe – « Approfondissement – Métiers de la Conception de Systèmes-Projets & Essais »** : 14 métiers articulés autour de la conception de composants, sous-systèmes, systèmes ou écosystèmes (projets) mais également des essais et tests, pour évaluer la performance et viabilité des systèmes conçus dans une entreprise ou installés sur site.
- **6^{ème} groupe – « Approfondissement – Métiers de l'Évaluation / Maîtrise du Risque, Certification & Conformité »** : 7 métiers, dont une partie (évaluation) est concentrée sur la conception-modélisation-évaluation-maintien de la chaîne de sécurité et l'autre (certification & conformité), chargée de faire le lien entre le design d'un système ou sous-système et le cadre réglementaire & normatif.





3 - Analyse des « spécificités hydrogène » sur les 6 groupes de métiers identifiés

Métiers sans besoin de connaissance particulière sur l'hydrogène

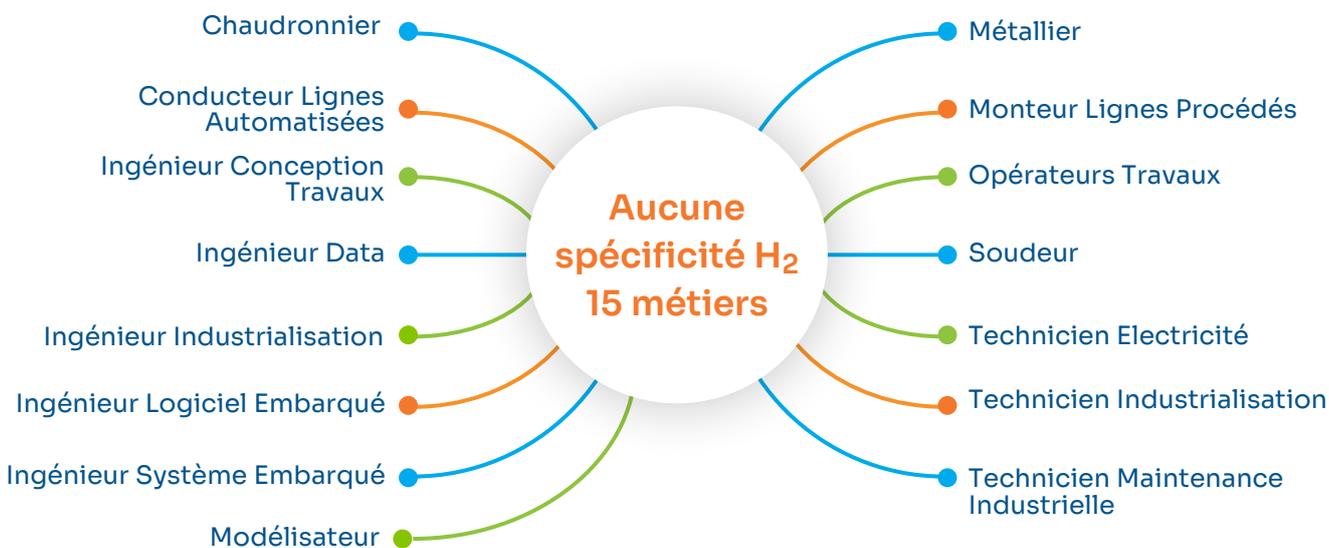
L'état des lieux précédent révèle que certains métiers intervenant sur la chaîne de valeur de l'hydrogène ne font pas appel à des connaissances particulières. L'étude a démontré qu'il s'agit de métiers opérationnels, liés à des tâches de mise en service, d'exploitation, de maintenance ou de fabrication.

Ces métiers, déjà existants, sont peu sensibles à la filière au sein de laquelle ils agissent, c'est-à-dire aux usages d'un système donné. Ils sont ainsi exercés dans la filière hydrogène sans besoin de formation particulier. La connaissance de l'hydrogène est encouragée au titre d'acculturation personnelle. Une sensibilisation du personnel aux risques hydrogène et aux usages finaux des produits/systèmes fabriqués est parfois recommandée voire nécessaire.

« *Le métallier travaille dans un atelier spécifique sur des carcasses de stations. Il manipule le métal au travers de pliages et découpe, assemble des structures métalliques avec rigueur. Sa fonction n'est pas modifiée avec l'hydrogène.* »

Aux métiers opérationnels de cette sélection (e.g. chaudronnier ou conducteur de lignes automatisées), viennent s'ajouter des métiers de conception liés à des besoins spécifiques mais dont la configuration est indépendante du secteur applicatif, ici l'hydrogène. C'est par exemple le cas de l'ingénieur data, de l'ingénieur logiciel embarqué qui tiennent compte de données d'entrée et configurent un système à partir de paramètres prédéfinis.

Figure 3 - Panorama des métiers ne nécessitant pas de connaissances hydrogène



Métiers faisant uniquement appel au socle de connaissances hydrogène

17 métiers nécessitent un socle commun de connaissances hydrogène. C'est-à-dire que l'exercice de leurs tâches et activités implique la maîtrise de notions fondamentales sur l'hydrogène, qu'elles soient générales, scientifiques, sécuritaires et réglementaires. La formation de nouveaux collaborateurs ou d'employés en reconversion à ce bagage est aujourd'hui bien souvent dispensée par les entreprises en interne voire par des prestataires spécialisés faute de formation existante sur le sujet. La présente étude a permis de comprendre quels étaient les éléments constitutifs du socle de connaissances hydrogène, à savoir les **prérequis** qu'un profil doit maîtriser pour exercer un des 17 métiers identifiés.

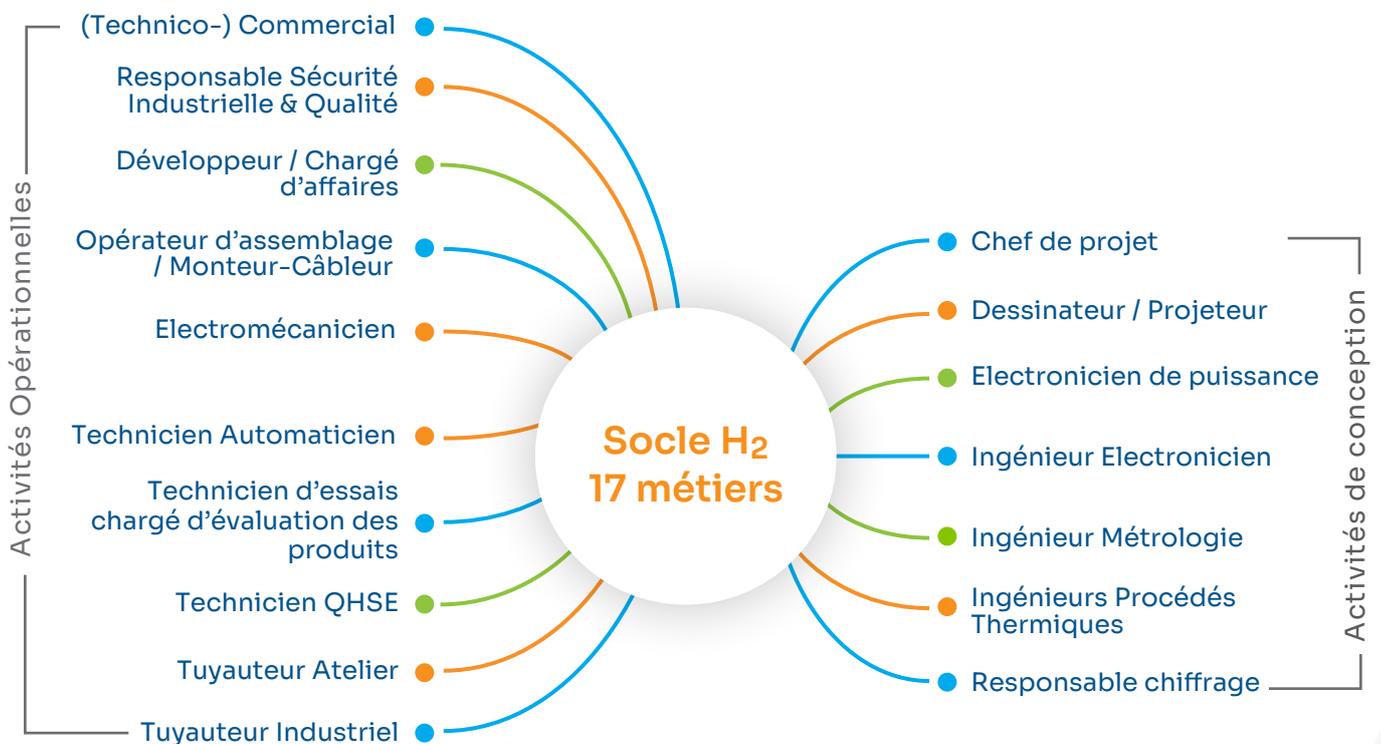
”

« Le commercial est chargé de développer les opportunités d'affaires, de comprendre les besoins clients en adressant les bonnes questions. Ce profil peut être accompagné d'experts techniques lors des discussions clients. Il reste cependant nécessaire qu'il soit capable d'aborder les grandes lignes techniques pour aborder les sujets hydrogène. Ainsi, il doit connaître les généralités de l'hydrogène et les problématiques liées. »

“

Les métiers concernés interviennent à différentes étapes de la chaîne de valeur, que ce soit de la conception ou de l'opération. Il est à retenir que le **socle représente une formation générale accessible au plus grand nombre** ; personnel technique et non technique et quel que soit le niveau de formation.

Figure 4 - Panorama des métiers faisant appel au socle de connaissances Hydrogène



Pour orienter les parcours de formation, il est nécessaire d'identifier les composantes de ce socle. Elles peuvent être organisées autour de 4 grandes thématiques ;

- 1 - les généralités sur l'hydrogène,
- 2 - les systèmes hydrogène,
- 3 - les aspects sécurité-risques
- 4 - et les notions réglementaires.

Le socle représente un vernis et constitue donc un premier niveau d'apprentissage au sujet hydrogène qui peut être dispensé sur quelques jours. Le tableau ci-dessous détaille ces 4 grandes thématiques et illustre le contenu du socle.

Tableau 1 - Identification des compétences et connaissances constitutives du Socle de connaissances sur l'hydrogène

● Généralités H ₂	● Système H ₂
<p>Introduction :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Caractéristiques et propriétés de la molécule : taille, perméabilité, densité, explosivité, combustion, interaction avec la matière, notion de vecteur énergétique, etc. ▪ Historique autour de l'H₂ ▪ Production : moyens, contenu carbone & terminologie de l'H₂. ▪ Stockage : gaz, liquide, vecteurs dérivés (ammoniac, méthanol, etc) & Transport ▪ Distribution – Usages : introduction aux diverses applications utilisant de l'H₂. <hr/> <p>Enjeux transition énergétique – place de l'H₂ comme moyen de décarbonation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Industrie ▪ Transport : terrestre léger & lourd, maritime, aérien, ferroviaire... <hr/> <p>Enjeux intrinsèques au développement d'une économie H₂ :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Economique : coûts & compétitivité ▪ Infrastructures 	<p>Chaîne de Valeur H₂ technologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions, fonctionnement & architecture générale principaux systèmes & sous-systèmes : PAC, électrolyseurs, stations de distribution, véhicules... ▪ Principaux acteurs <hr/> <p>Principales technologies associées</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Electrolyse PEM, Alcaline, Hautes-Températures, etc. ▪ Piles PEM, Méthanol, Hautes Températures, etc. ▪ Introduction aux principes électrochimiques associés, dont présentation des différentes phases d'utilisation des systèmes ; démarrage, arrêt, modes de défaillance.
● Sécurité Risques	● Réglementation Normes
<p>Introduction à la sécurité H₂ :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Risques & conséquences associées. ▪ Accidentologie : facteurs humains et techniques. ▪ Fuites, explosion, plages explosivité, concentrations minimales... <hr/> <p>Sensibilisation ATEX et procédures associées.</p>	<p>Grandes lignes du cadre réglementaire & normatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Différentes directives applicables selon usages : industrie, stationnaire, mobilité <hr/> <p>Réglementations Européenne & Française sur le stockage et l'utilisation de l'H₂ comme vecteur d'énergie :</p> <p>Connaissances principes généraux : normes ICPE (1416, 4715), transport terrestre, stockage H₂ liquide...</p>

Remarque : le temps passé sur chaque catégorie n'est pas représentatif du nombre d'éléments explicités dans la table ci-dessus.

Métiers nécessitant des approfondissements hydrogène à partir du socle commun

Il apparaît que certaines professions nécessitent des connaissances hydrogène approfondies sur un ou plusieurs domaines en plus de la maîtrise du socle. Afin de pouvoir généraliser et capitaliser au mieux sur les enseignements relatifs à chaque profession, une segmentation selon l'intégration dans la chaîne de valeur a été réalisée.

Métiers liés aux activités de Recherche.

De par leurs activités de recherche et développement, il s'agit de profils très spécialisés et particulièrement liés au secteur d'activité des entreprises qui les emploient. De manière générale et quasi-systématique, ces professions sont exercées par des employés ayant un haut niveau d'études (bac+5 et au-delà), dont la montée en compétence a été réalisée au travers d'une thèse.

Figure 5 - Panorama des métiers hyperspécialisés du secteur de la Recherche

Approfondissement H₂

Recherche
3 métiers

- Chercheur / Ingénieur R&D
- Docteur Electrochimie
- Responsable de programmes R&D

L'importance de ces métiers dans la chaîne de valeur est majeure et stratégique pour la filière française cependant, il est difficile de généraliser le besoin en compétences et formation de ces profils dits « hyperspécialisés » car leur base de connaissances est spécifique au secteur de recherche et bien souvent à une thématique particulière.

”

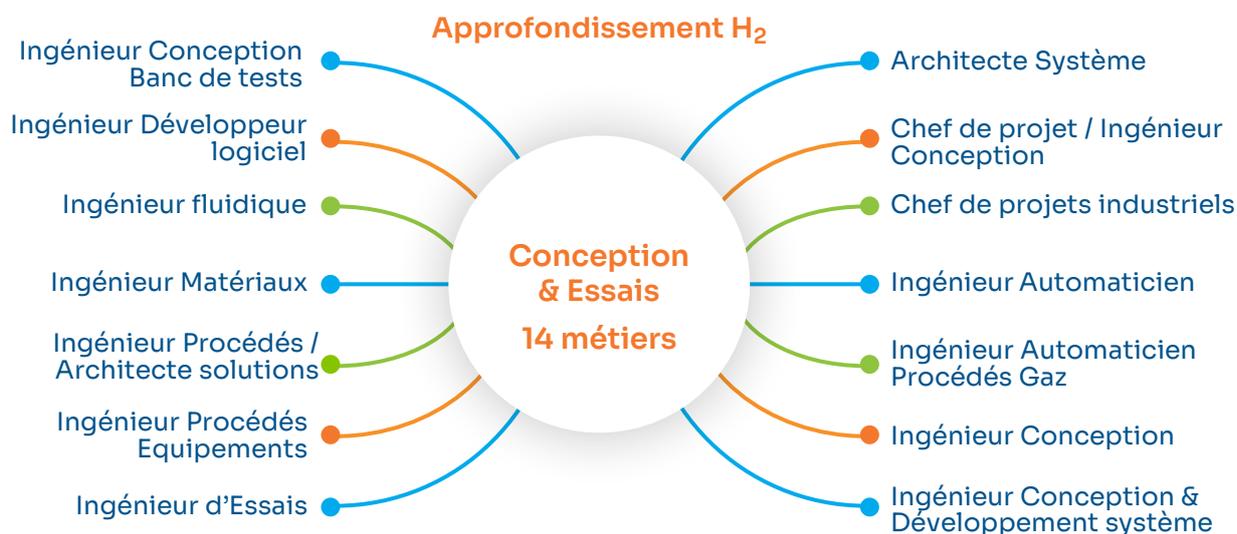
« Le responsable de programme R&D est un profil hyperspécialisé sur plusieurs thématiques car il tient un rôle de responsable. Dans le cadre du développement de systèmes de production d'hydrogène par voie électrolytique, il doit maîtriser un spectre de connaissances approfondies en électrochimie, génie des procédés, génie thermique, enjeux sécuritaires... car il doit être en mesure d'émettre un avis critique lors de discussions avec des experts et d'orienter les décisions. »

”

Métiers liés aux activités de Conception de Systèmes/ Projets ou d'Essais-Tests.

Ce groupe de métiers rassemble des métiers de la Conception, chargés de réaliser le design d'un système ou d'un projet ainsi que des métiers liés aux étapes d'Essais et de Tests.

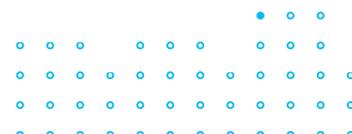
Figure 6 - Panorama des métiers de la Conception et des Essais nécessitant des approfondissements



L'ensemble de ces métiers fait appel aux connaissances du socle et sont complétées d'approfondissements, axés selon 5 grands domaines, mobilisés tout ou en partie.

Tableau 2 - Panorama des approfondissements requis par les métiers de la Conception & des Essais

Système H ₂	Sécurité Risques	Matériaux	Réglementation Normes	Hautes-Pressions
<ul style="list-style-type: none"> Connaissances techniques détaillées : fonctionnement, flux, architecture 	<ul style="list-style-type: none"> Phénoménologie risques & défaillances. ATEX 	<ul style="list-style-type: none"> Phénoménologie : Compréhension interaction & comportement H₂ avec la matière Compatibilité chimique Lien contraintes thermiques : hautes températures, cryogénie. Impacts microstructuraux, dilatation... 	<ul style="list-style-type: none"> Maitrise réglementations & normes (ex. ICPE 1416, 3745) Prise en compte des précautions (modes opératoires, seuils, etc.) Connaissance vernis réglementaire lié aux applications dangereuses ATEX 	<ul style="list-style-type: none"> Phénoménologie (ex : déformations liées aux cyclages...) Spécificités, choix des matériaux...



Les étapes de conception prennent en considération des paramètres multicritères (techniques, économiques, sécuritaires, réglementaires...). On imagine que les approfondissements seront modulaires et la ou les hyperspécialisation(s) dépendront du contexte. Dans le cas particulier des essais, les connaissances sont mobilisées pour orienter les choix de matériel et de procédures mais également interpréter les résultats.

« L'ingénieur conception de réseaux hydrogène doit maîtriser les connaissances techniques relatives aux ouvrages afin d'anticiper les problématiques techniques propres à l'hydrogène. Il doit également connaître les réglementations, normes et procédures de conformité corrélées aux ouvrages hydrogène. La connaissance du matériel et des problématiques matériaux liés à l'hydrogène est rudimentaire. »

14 métiers ont été recensés comme mobilisant ces modules d'approfondissements même si certains d'entre eux peuvent nécessiter une connaissance particulièrement développée sur un ou plusieurs thématiques.

Le tableau ci-dessous illustre pour le détail de leurs connaissances hydrogène requises, faisant appel à tout ou partie des 5 grands domaines identifiés. Pour certains, des connaissances supplémentaires dans d'autres domaines scientifiques peuvent être nécessaires.

Tableau 3 – Détails des compétences-connaissances approfondies nécessaires en plus du «socle commun» pour les 14 métiers concernés

	Domaines d'approfondissement					Autres domaines	
	Systèmes H ₂	Sécurité	Matériaux	Réglementaire	Hautes-Pressions		
Ingénieur Conception Système / Solutions						<ul style="list-style-type: none"> ▪ Génie des procédés ▪ Electrochimie 	« Besoin de compréhension du fonctionnement système & des sous-systèmes, de l'interaction de l'H ₂ avec la matière. La sécurité est non négociable : lors du développement des couches technologiques & des composants, la sécurité est conçue / incluse dès le début. »
Ingénieur d'Essais							« Les compétences en haute-pression sont essentielles. On constate un cruel manque de compétences-connaissances chez les profils. »
Ingénieur Conception Bancs de tests						<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mécanique 	« Lors de la conception de banc de test en milieu H ₂ avec de fortes pressions, l'ingénieur étudie les interactions matériaux / H ₂ et le design. Des compétences en mécanique et connaissances des hautes-pressions sont requises. »
Architecte Système						<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mécanique des Fluides ▪ Génie des Procédés ▪ Electricité 	« Les besoins en connaissances concernent de multiples domaines techniques. Plus le développement avance, plus les exigences en compétences augmentent car nécessité de rentrer dans le détail & réduire les incertitudes. »

	Domaines d'approfondissement					
	Systemes H ₂	Sécurité	Matériaux	Réglementaire	Hautes-Pressions	Autres domaines
Ingénieur / Technicien Automaticien						« Connaissances des systèmes, des risques H ₂ & du matériel ATEX. Maitrise des notions de hautes-pressions. »,
Ingénieur Procédés Equipements						« Extrême vigilance sur la sécurité. Fait également appel à des connaissances matériaux : interaction & comportement de l'H ₂ avec la matière. »
Ingénieur Développeur Logiciel						« Besoins de connaissances en composants et systèmes clients précis car doit au travers du CDC se poser les bonnes questions sur fonctionnement du produit du client. »
Chef de projets Industriels						▪ Génie des Procédés « Besoins de connaissances des systèmes & des procédés mis en place dans un projet. »
Ingénieur Procédés / Architecte Solutions						▪ Mécanique des Fluides ▪ Electrochimie « Réelle connaissance des procédés de fonctionnement d'un système PAC. Comment réagit une PAC si plus ou moins d'H ₂ ? Si saturation en eau ? »
Ingénieur Matériaux						« L'H ₂ ne modifiera pas fondamentalement les formations mais implique de considérer des plages de température différentes. Besoin de faire connaître l'H ₂ en tant que plus petite molécule, plus grande capacité à s'immiscer dans matière... »
Ingénieur Fluidique						▪ Mécanique des Fluides « Nécessité de profils avec des connaissances du cadre normatif et réglementaire car les normes et réglementations permettent de déterminer la méthodologie pour les analyses de risques »

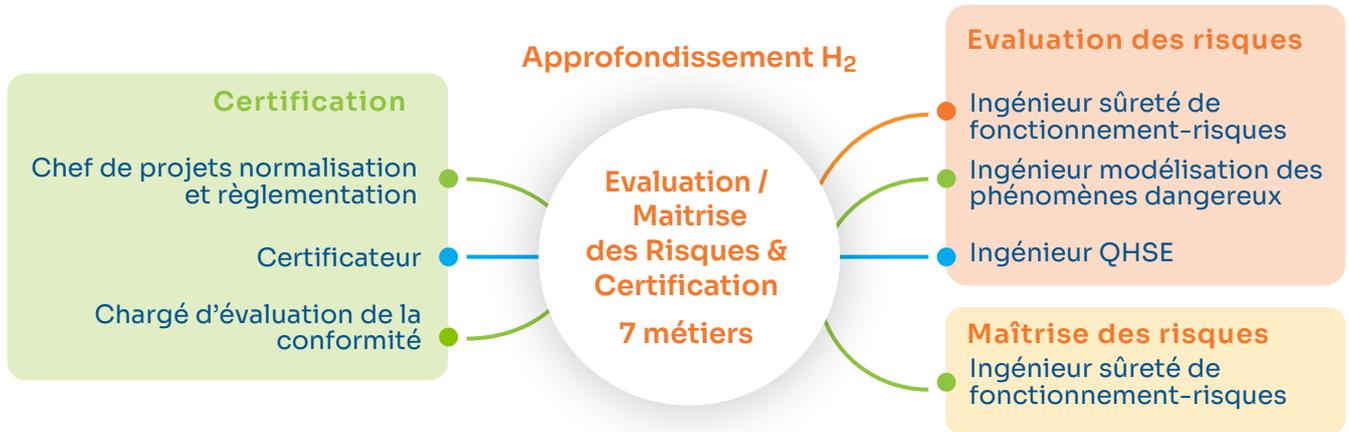
Remarque : Certains métiers ont été rassemblés notamment : 1) «Ingénieur Automaticien» et «Ingénieur Automaticien Procédés Gaz» en «Ingénieur / Technicien Automaticien» - 2) «Chef de projet / ingénieur conception», «Ingénieur conception» et «Ingénieur Conception & Développement système» en «Ingénieur Conception Système / Solutions».

Métiers liés aux activités d'Evaluation, de Maitrise des risques et de Certification & Evaluation de la conformité

Les métiers intégrés dans ce groupe interviennent en amont des phases opérationnelles d'un produit. Plus en détails,

- Le secteur de l'Evaluation et la Maitrise des risques, implique des métiers en charge de la conception-modélisation-évaluation-maintien de la chaine de sécurité.
- Les métiers du secteur de la Certification & Evaluation de la conformité font quant à eux le lien entre le design d'un système / sous-système avec le cadre réglementaire et normatif.

Figure 7 - Panorama des métiers de l'Evaluation et la Maitrise des risques & de l'Evaluation de la conformité



L'ensemble de ces métiers fait appel aux connaissances du socle et sont complétées d'approfondissements, axés sur 3 grands domaines : Sécurité, Réglementation & Hautes-Pressions.

On retiendra que les métiers de ces 2 secteurs d'activité ont des besoins de connaissances particulièrement fortes sur les risques et la maîtrise du cadre réglementaire liés à l'hydrogène.

Tableau 4 - Panorama des approfondissements requis par les métiers de l'Evaluation des risques & Evaluation de la conformité

● Sécurité- Risques	● Réglementation-Normes	● Hautes-Pressions
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ATEX ▪ Spécificités H₂ : domaines d'explosivité, concentrations minimales, surpressions. ▪ Risques H₂ : explosion, incendie, dispersion, nuage... & procédures maîtrise risques associées ▪ Connaissance contraintes Hygiène Sécurité & Environnement des installations H₂. ▪ Compréhension des phénomènes dangereux caractéristiques des risques industriels 	<p>Contexte réglementaire & normatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Systèmes H₂ ▪ Conditionnement (stockage) ▪ Transport ▪ Usages ▪ Normes H₂ déterminant les performances des produits ▪ ATEX : directives & normes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conséquences de la haute pression sur le choix des matériaux, manipulations, effets mécaniques, etc.

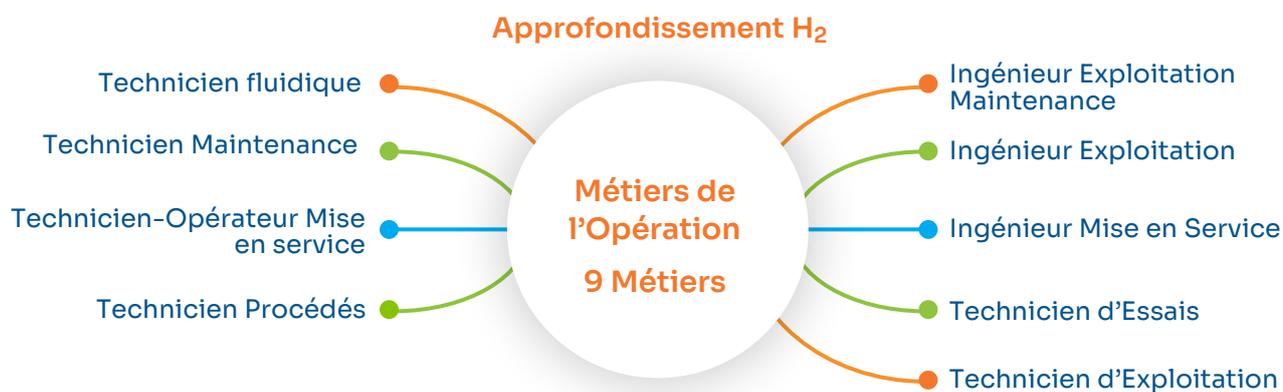
”

« Le Chef de projets normalisation et réglementation doit, sur le volet réglementaire, connaître les normes sur l'hydrogène déterminant les performances des produits. Concernant les aspects sécuritaires, il doit maîtriser les notions ATEX ainsi que les directives et normes définissant des protections particulières à intégrer dans un produit. Enfin, le développement des systèmes hydrogène nécessite obligatoirement une évolution des compétences dans le domaine des hautes-pressions. »

”

Métiers de l'Opération

Figure 8 - Panorama des métiers opérationnels



Le dernier groupe de métiers aux besoins de formation communs comprend des métiers davantage tournés vers des activités opérationnelles, intervenant notamment lors des différentes étapes de mise en place d'un projet. Ces métiers font obligatoirement appel à des connaissances sur les systèmes hydrogène, centrées sur le fonctionnement, l'architecture et les flux (thermiques, fluidiques, électriques). Il est en effet requis pour les employés de connaître le(s) système(s) sur le(s)quel(s) ils interviennent. Il est à noter que **la connaissance, l'expérience & la manipulation des systèmes hydrogène** constituent un enjeu important dans un contexte de massification imminent de ces métiers chargés de l'exploitation-maintenance de plus en plus de systèmes hydrogène en opération.

Tableau 5 - Panorama des approfondissements requis par les métiers Opérationnels

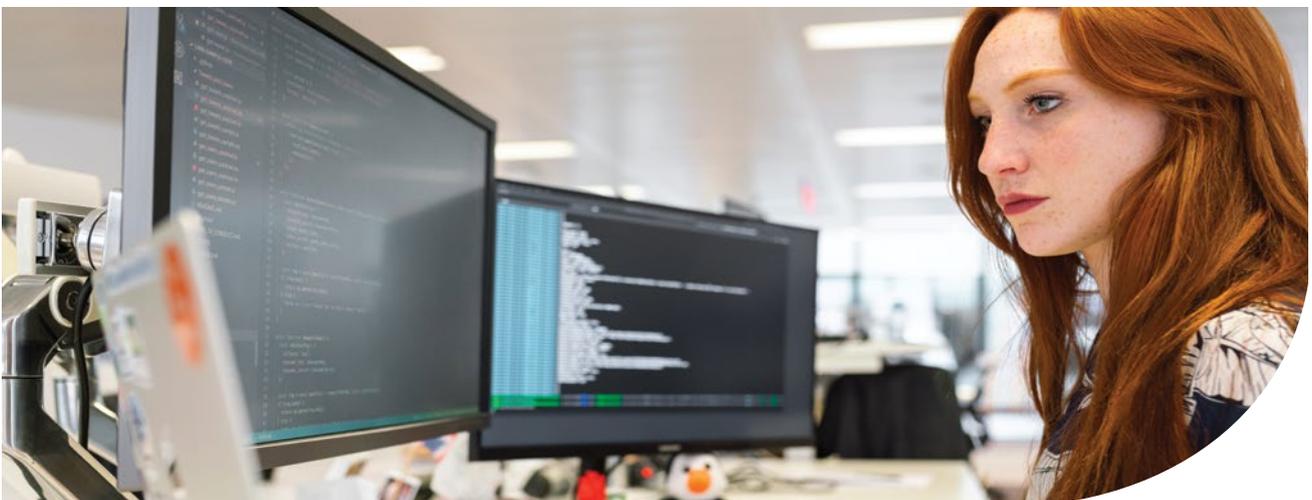
● Système H ₂	● Sécurité- Risques	● Hautes-Pressions
<ul style="list-style-type: none">▪ Connaissances Chaîne de Valeur H₂, systèmes et sous-systèmes impliqués▪ Connaissances fonctionnement technique des systèmes▪ Matériels & techniques O&M ouvrages/ systèmes H₂	<ul style="list-style-type: none">▪ ATEX, au-delà de la sensibilisation▪ Procédures▪ Maintien de la chaîne de sécurité	<ul style="list-style-type: none">▪ Procédures de mise en sécurité▪ Changements procédures▪ Dangereusité▪ Spécificités

De manière générale, les besoins opérationnels sont portés sur la connaissance technique des systèmes, des procédures sécuritaires et des précautions liées aux hautes-pressions mises en jeu. Cependant, malgré un approfondissement certain de la connaissance des systèmes, les métiers de la maintenance n'adresseront pas les phases de maintenance « haut niveau » de type « 4 et 5 » nécessitant une connaissance pointue voire hyperspécialisée d'un système. Ces phases seront gérées directement par le constructeur et font actuellement encore souvent intervenir les ingénieurs de conception.

”

« L'ingénieur de Mise en Service doit connaître les notions et enjeux sécuritaires des procédés impliqués afin de tester et s'assurer de la fiabilité d'un système ou d'une installation. Il est bien souvent accrédité d'une certification ATEX de niveau 1 voire 2 ainsi que d'une certification ESP (Equipements Sous Pression) car la sécurité est liée à l'hydrogène et aux hautes-pressions. Enfin, il doit connaître le fonctionnement d'un ou plusieurs systèmes impliqués dans une installation. »

“



© Air Liquide - Pierre Emmanuel Rastoin



4-Enjeux stratégiques & préconisations de France Hydrogène pour faciliter l'adaptation des parcours de formation aux spécificités de l'hydrogène

Il apparaît désormais clairement que les spécificités hydrogène des métiers de la filière sont variées mais l'identification de besoins similaires a permis d'identifier des blocs génériques intégrant des notions à maîtriser sur des groupes de métiers aux activités similaires.

Il est à présent important de répondre aux enjeux de formation repérés en intégrant et transformant ces conclusions en actions concrètes. Cela permettra d'une part, de limiter les difficultés des industriels actuellement contraints de former leurs employés en interne et d'autre part, d'aider les acteurs de la formation dans la traduction des blocs de compétences en modules d'enseignement.

L'adaptation de la formation est complexe à mener en raison de la multitude de profils et de besoins. Il est indispensable d'identifier ces différents paramètres pour formuler une réponse adéquate :

- **Le niveau de formation** : c'est-à-dire les profils concernés : opérateurs, techniciens, ingénieurs, doctorants.
- **Les profils** : étudiants en cours d'apprentissage dans le cadre d'une formation initiale, employés, chercheurs d'emplois en reconversion.
- **Le format** : formation initiale (longue), formation continue (ponctuelle, courte), alternance. La durée de formation dépendra du niveau de formation, de l'objectif souhaité mais aussi du profil et d'autres paramètres...

Les différentes formations possibles

L'initiation (ou introduction) à l'hydrogène : le Socle

Cette formation peut être dispensée à la fois en formation initiale & formation continue.

Comme énoncé précédemment, le **socle commun** fournit un premier bagage à l'hydrogène en présentant des notions fondamentales. Il est identique à tous les métiers qui y font appel. Faisant office de premier apprentissage, on peut imaginer que le socle représentera une formation dispensée sur quelques jours. Plusieurs formats peuvent être envisagés pour accéder à cet enseignement : en présentiel via l'intervention d'un formateur, en distanciel via l'accès à un module de e-learning. Une approche massifiée peut même être envisagée avec par exemple des modules standardisés de type « MooC », avec obtention d'une certification, qui permettrait d'assurer un niveau de connaissances, sans variations de qualités et de contenus.

Les connaissances hydrogène à rajouter aux parcours de formation actuels

Les échanges avec les industriels indiquent qu'il n'est pas nécessaire de construire de nouveaux parcours de formation spécialisés hydrogène. L'enjeu réside dans l'apport de modules de connaissances fondamentales et d'approfondissements spécifiques hydrogène. Par exemple, les industriels imaginent que dans la plupart

des formations initiales, un profil suivrait une formation existante dont la majeure partie serait du tronc commun, puis, qu'il se spécialiserait quelques mois voire un an sur un sujet particulier lié à l'hydrogène, électrolyseur...). On pourrait également envisager l'ajout des connaissances hydrogène regroupées en un module dispensé tout au long d'un cycle de formation et non en spécialisation de dernière année.

”

« Le Technicien d'Essais est amené à manipuler dans le banc d'essais une PAC ou tout autre objet prototypé. Le recrutement de jeunes spécialisés ayant déjà manipulé des systèmes hydrogène serait un plus car certains ont des comportements particuliers. Il serait intéressant qu'un technicien supérieur suive une formation sur les 2 premières années de tronc commun, puis qu'il se spécialise en 3^{ème} année. »

“

Il est donc à considérer que l'hydrogène ne modifiera pas fondamentalement les formations mais impliquera de multiples ouvertures. Par exemple :

- En électronique de puissance, l'hydrogène implique d'appréhender de nouveaux domaines liés aux courants forts.
- Dans les activités de recherche sur les matériaux, l'hydrogène implique par exemple de considérer des plages de température différentes liées à la cryogénie, des phénomènes de fragilisation des métaux par l'hydrogène.

Ces mêmes spécificités seront à considérer dans le cadre de la formation continue, où l'on peut imaginer que des employés ou des demandeurs d'emplois soient formés sur une ou plusieurs thématique(s) hydrogène sous un format accéléré, d'une durée à déterminer selon le besoin de maîtrise. Enfin, les approfondissements ciblés ne pouvant théoriquement pas couvrir tous les besoins en connaissances qu'un métier peut nécessiter, une hyperspécialisation sur un système spécifique propre à une entreprise devra probablement continuer à être réalisée en interne.

La gestion des approfondissements

Les métiers faisant appel à des approfondissements ont un besoin de connaissances pointues dans un ou plusieurs domaines. Ces approfondissements sont complémentaires au socle et leur enseignement nécessite un niveau de connaissance minimal (maîtrise du socle et/ou formation technique donnée). Le format d'enseignement dépendra du besoin et sera à déterminer (plusieurs heures, jours, mois). Leur contenu théorique et opérationnel dépendra des besoins en spécificités hydrogène requises par le métier considéré. Par exemple, le domaine de la haute-pression n'aura pas le même contenu dispensé si l'on parle à un ingénieur de conception de banc de tests, qui doit tenir compte de cette spécificité comme paramètre d'entrée dans ses choix et analyses, que si l'on s'adresse à un technicien d'exploitation, qui doit maîtriser les aspects opérationnels, c'est-à-dire les procédures de gestion liées aux hautes-pressions. De même, un technicien de maintenance opérant sur des véhicules hydrogène aura besoin d'une formation théorique et opérationnelle alors qu'un ingénieur matériaux aura besoin de maîtriser théoriquement la phénoménologie hydrogène.

Partager les (in)formations

L'adaptation des parcours de formation à la thématique hydrogène est enclenchée. Sur la formation continue, certains organismes proposent des formations sur des sujets spécifiques. Dans la formation initiale, une vague de fond se met incontestablement en place. Dans une logique souveraine de montée en compétence, il est capital de souligner l'importance d'augmenter la visibilité des formations existantes sur l'hydrogène et d'envisager de centraliser toutes les offres sur un répertoire national accessible.

Cette mutualisation permettrait aux industriels de cibler des formations particulières qu'ils ont actuellement du mal à identifier, soit parce qu'elles sont inexistantes, soit par manque de visibilité. Elle permettrait également d'augmenter la visibilité de la filière auprès des étudiants et demandeurs d'emplois, et de faciliter le choix d'un parcours de formation.

Enfin, il est important de développer à la fois la formation publique (universités et écoles) et la formation privée afin de cibler tous les profils : étudiants, demandeurs d'emplois, salariés en reconversion... et dans une logique de montée en compétences la plus rapide possible.



Stations-hydrogene ©Ataway - ZEV Chambéry

Annexe

Contribution des industriels au recueil des spécificités hydrogène requises par les métiers

17 industriels ont été interrogés dans le cadre de ce recueil des besoins associés à la filière de l'hydrogène renouvelable. France Hydrogène tient particulièrement à les en remercier.

Industriels			
1	Air Liquide	10	Lhyfe
2	Airbus	11	McPhy
3	DAM Group	12	Nexeya
4	Eiffage	13	Staubli
5	Genvia	14	Sertronic
6	GRTGaz	15	Transdev
7	Helion	16	Vallourec
8	HRS	17	Enerka
9	INERIS		

Liste des acronymes utilisés

CDC Cahier des Charges

PAC Pile à Combustible

CDV Chaîne de Valeur

O&M Opération & Maintenance

ESP Equipements Sous Pression

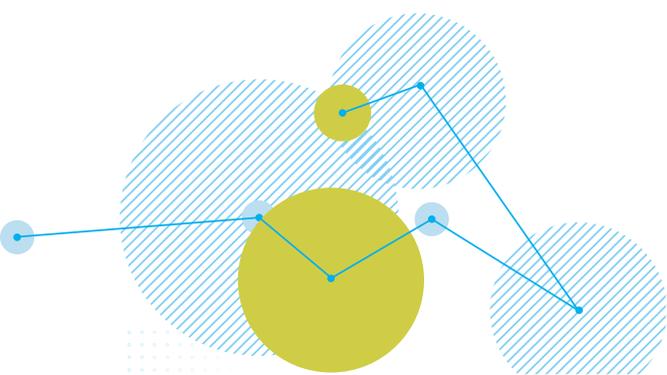
QSE Qualité-Sécurité-Environnement

H₂ Hydrogène

QHSE Qualité-Hygiène-Sécurité-Environnement

MES Mise En Service

R&D Recherche et Développement





Forklift_H2Station_©AL_PhilippeCastano_FM-Logistic