

SIAPARTNERS

le mans
innovation

 **Le Mans
Université**

 **RÉGION
PAYS
DE LA LOIRE**

Tâche 1 – restitution des travaux

Charlotte De Lorgeril

Partner Energy, Sia Partners
charlotte.delorgeril@sia-partners.com

Louis-Maël Jouanno

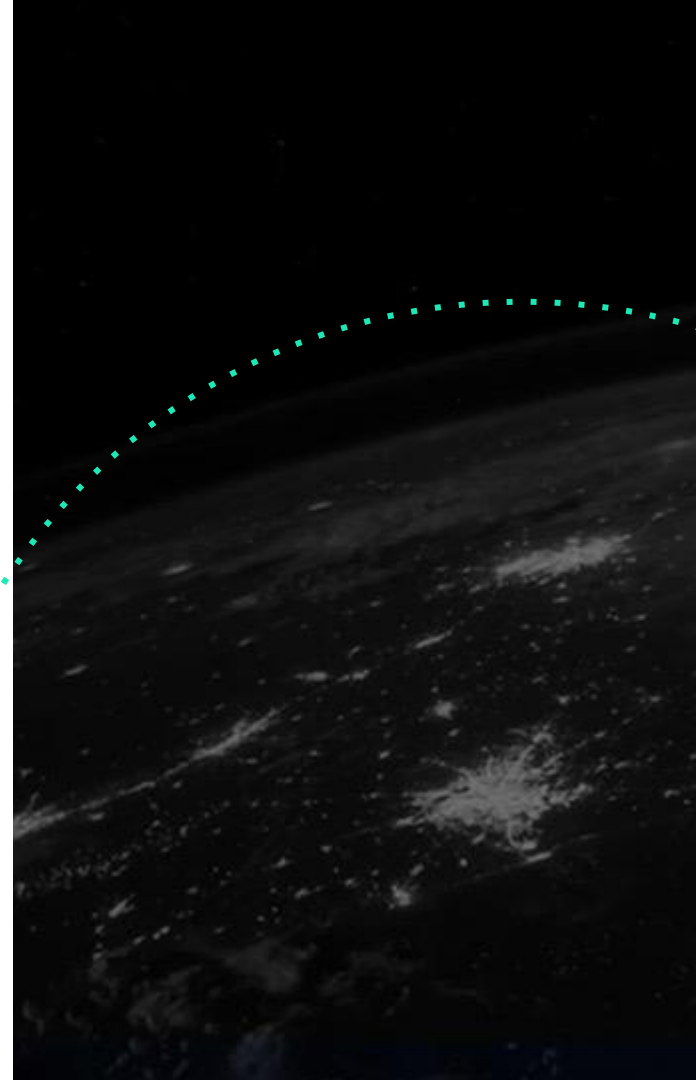
Chargé de mission, Le Mans Innovation
lm.jouanno@lemans.fr

Erwann Rio

Directeur projet hydrogène Pays de La Loire
Erwann.Rio@paysdelaloire.fr

Nicolas Delorme

Professeur, Le Mans Université
nicolas.delorme@univ-lemans.fr



Sommaire

1. Résumé exécutif [...3](#)
 2. Brève description du contexte régional [...7](#)
 3. Vue d'ensemble des métiers et besoins en compétences [...10](#)
 4. Estimation des besoins et enjeux de montée en compétence présentés par les acteurs régionaux (*méthodologie bottom-up*) [...16](#)
 5. Modélisation des potentiels besoins en ETP aux horizons 2030 et 2040 (*méthodologie top-down*) [...20](#)
 6. Fiches « Besoins par niveaux de qualification » [...29](#)
- Annexe – Résultats de l'analyse de sensibilité des modélisations des besoins en ETP** [...32](#)

1 – Résumé Exécutif

Principaux résultats des travaux d'estimation des besoins en ETP H₂



Méthode *bottom-up*

Recueil d'informations de terrain



Mise en valeur des aspects qualitatifs (compétences recherchées)



Compilation des résultats quantitatifs (nombres d'ETP par niveau de qualification et activité)



2025

490 ETP directs liés à l'H₂

2030

1050 ETP directs liés à l'H₂*

- *Matrice des compétences de France Hydrogène*
- *Une vingtaine d'entretiens avec des acteurs réalisés en janvier et février 2023*



Méthode *top-down*

Construction de scénarios:

- Scénario modéré (2030/2040)
- Scénario haut (2030/2040)

Description de l'activité pour chaque scénario sur toutes les étapes de la chaîne de valeur



Estimation de coefficients rapportant le nombre d'ETP nécessaires par niveau de qualification au niveau d'activité (unités spécifiques à chaque activité)



Déduction du nombre d'ETP à prévoir selon l'étape de la chaîne de valeur



2030

1 230 – 2 000 ETP directs liés à l'H₂*

2040

3 100 – 6500 ETP directs liés à l'H₂

- *Trajectoire 2030 de France Hydrogène*
- *Autres études sur la filière hydrogène*
- *Répertoire des maillons de la chaîne de valeur en région concernés (Sia Partners)*

- *Matrice des compétences de France H2*
- *Communication d'acteurs*
- *Enseignements des entretiens réalisés en janvier et février 2023*
- *Etudes publiques*

* L'écart de résultat pour 2030 entre les deux méthodes s'explique par la non-exhaustivité des organisations interrogées dans le cadre de la méthode bottom-up, ainsi que par les incertitudes des acteurs sur la progression de leurs activités.

Légende :

Principales sources

Principaux enseignements du travail de modélisation



Le volume d'ETP directs n'est pas proportionnel avec le volume total d'hydrogène produit

- **Rapport de 1 à 5 dans les volumes d'hydrogène produits et consommés entre nos deux scénarios, contre 1 à 3 concernant les besoins en ETP**
- Variables clés à prendre en compte pour estimer les besoins en ETP : **coefficient en emplois des usages** (usages mobilité plus créateurs d'emplois que les usages industriels), **présence de fabricants d'équipements** et **part de l'emploi local dans certaines activités représentant des emplois délocalisables** (conception, ingénierie, mise en service de sites, ...)



Les besoins estimés en qualification confirment la pertinence d'une stratégie de formation régionale

- **Plus de 2/3 des besoins en ETP directs liés à l'hydrogène en 2030 seront des profils avec des niveaux de qualification 3, 4, 5 et 6** (diplômés du secondaire et techniciens)
- Or, **les profils de niveaux 3, 4, 5 et 6 sont moins mobiles d'un point de vue géographique que des profils de qualifications niveaux 7 et 8** (ingénieurs et doctorants)



Une part importante des emplois liés à la filière hydrogène seront délocalisables

- **60% des ETP envisagés dans les scénarios 2030 sont liés à des activités non délocalisables** (installation, mise en service et maintenance de sites de production et de stations, exploitation de stations et conduite et maintenance de véhicules)
- La création d'équipes régionales n'est cependant par acquise pour une partie de ces activités (installation et de mise en service de sites de production et de stations)
- Le reste des ETP est lié à des activités de conception et de fabrication d'équipements, par nature délocalisables

=> Une stratégie de développement d'une offre de formation hydrogène régionale doit donc aller de pair avec une réflexion sur les conditions de maintien des projets actuels d'équipementiers et d'attractivité pour de nouveaux projets.

Mise en reliefs des principales conclusions par rapport aux publications de France Hydrogène

Des conclusions convergentes....

Le développement de l'hydrogène demande un nombre important de métiers, qui doivent s'adapter, même légèrement, à ses spécificités.

Avec l'industrialisation de la filière, les entreprises vont commencer à chercher des profils formés à l'hydrogène, principalement à des niveaux de qualification 5, 6 et 7.

Un nombre conséquent de métiers indispensables au développement de la filière sont déjà en tension.

Il est nécessaire d'organiser la montée en compétences de la main d'œuvre pour le développement de la filière.

Cela passe par trois leviers:

- **L'organisation d'une acculturation générale**
- **L'évolution des filières existantes** (la quasi-totalité des métiers intervenant sur la filière hydrogène existe déjà, y compris à l'échelle régionale)
- **Un focus sur les enjeux QSE** à travers toutes les étapes de la chaîne de valeur et tous les niveaux de qualification.

..enrichies par une approche locale et quantitative



Dans les Pays de la Loire, la filière hydrogène se développe aujourd'hui de façon diffuse en s'appuyant sur l'usage mobilité et de multiples écosystèmes territoriaux.

Besoin potentiel de 40 à 800 ETP autour des systèmes de production et de distribution diffus en 2030, 100 à 300 en 2040*.



En parallèle, un écosystème industriel important est créé autour de la zone industrialo-portuaire de Nantes - Saint Nazaire.

Besoin potentiel de 50 à 180 ETP directs liés aux usages industriels et au développement du port en 2030, 150 à 1000 en 2040*.

L'organisation des compétences va de pair avec une stratégie régionale :



La région bénéficie d'une expertise sur l'usage maritime.

Besoin potentiel de 40 à 80 ETP directs liés à l'usage maritime en 2030, 110 à 320 en 2040*.

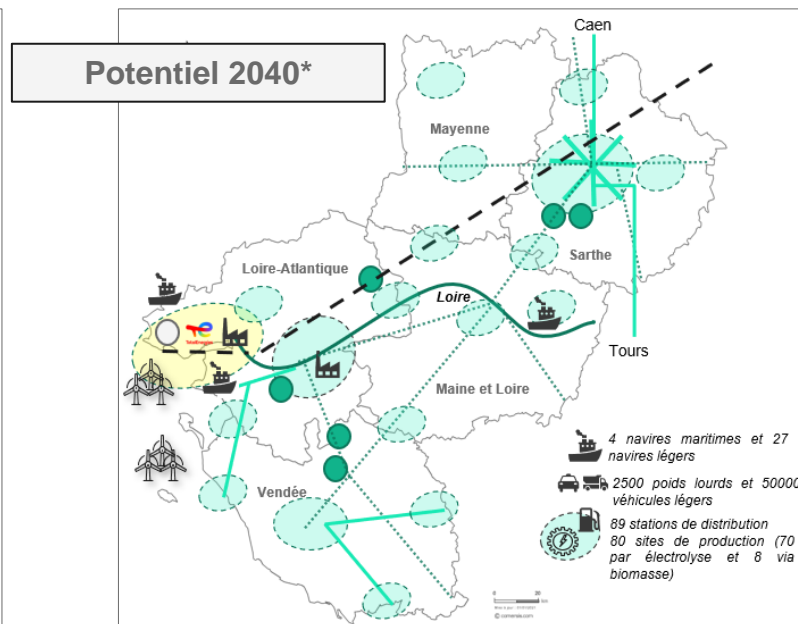
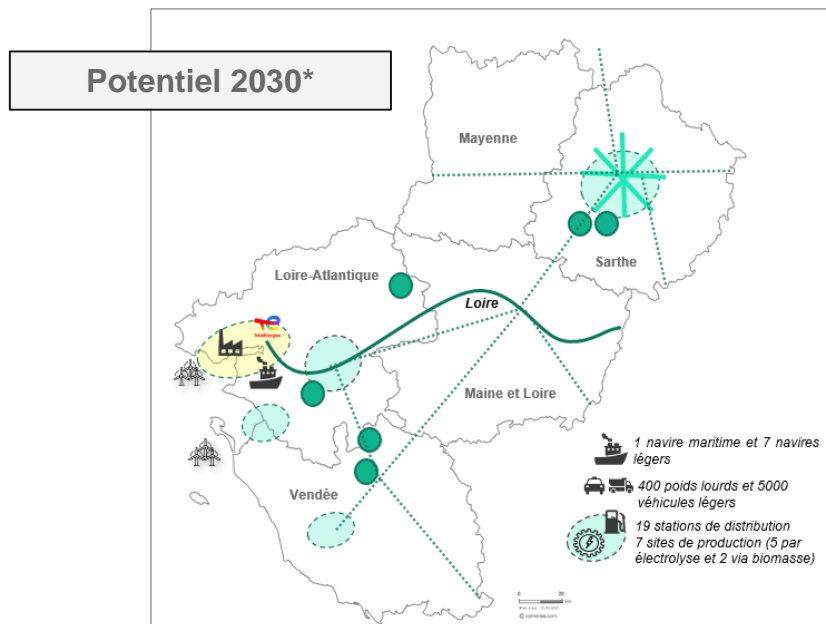


La localisation régionale d'usines de fabrication d'équipements plus ou moins techniques génère un volume d'ETP important.

Besoin potentiel d'environ 300 ETP dans la fabrication et la conception d'équipements en 2030, 400 à 600 en 2040*.

2 – Brève description du contexte régional

Représentation simplifiée du potentiel de développement de la filière H₂



Légende:

Ecosystèmes territoriaux :
 (≈ 2 sites de production et 3 stations de distribution)
 2030 : localisation fondée sur les activités actuelles
 2040 : localisation indéterminée

- Equipementiers (localisation de projets publics)
- Equipementiers (localisation indéterminée)
- Poids lourds en exploitation
- Bateaux en exploitation

- Pipelines en 2040
- Autoroutes
- Ligne de trains H₂

- Unités de production industrielle de molécules de synthèse (localisation indéterminée)
- Raffinerie de Donges
- Parc éolien offshore (taille selon la puissance installée)

Développement de l'hydrogène en Pays de la Loire : Principaux enjeux

La filière hydrogène est lancée par un développement des activités de conception, qui définissent dès à présent un modèle ligérien : organisation en systèmes territoriaux diffus, spécialisation dans la mobilité lourde tout au long de la chaîne de valeur et expertise à faire valoir dans le secteur maritime, portuaire et. Les compétences adaptées doivent être développées pour accompagner ce modèle, en s'appuyant sur les forces de la région, notamment les formations existantes.

ATOUS

- Une filière hydrogène soutenue : 100M€ d'investissements, des métropoles engagées, des lauréats nationaux et internationaux
- Valeur ajoutée autour de l'usage maritime : expertise régionale dans la construction navale et avance en ingénierie sur les nouvelles formes de motorisation.
- Existence de formations spécialisées et répondant en grande partie aux besoins des acteurs régionaux (exemples: ENSM, Ecole du gaz de Saint-Etienne-de-Montluc, institut molécules et matériaux)
- Des atouts d'attractivité des talents : littoral, accessibilité, emploi

A

FAIBLESSES

- Faible nombre de sites industriels aujourd'hui consommateurs d'hydrogène et rapidement convertissable à l'hydrogène décarboné
- Manque d'expertise (niveaux de qualification 7 et 8) dans certains domaines de compétences : électrochimie, automatisme, génie logiciel, génie des procédés, soudure, électronique
- Peu de programmes de recherche publique
- Le territoire manque de compétences en génie électronique et électrique (niveau 5)

F

OPPORTUNITES

- La zone industrialo-portuaire de Nantes-Saint Nazaire, un potentiel futur hub de consommation et de production
- Le développement de l'éolien offshore
- Un modèle de développement de l'hydrogène « diffus », axé sur le développement d'écosystèmes territoriaux.
- Des programmes de R&D prometteurs (exemples: le projet Sealhyfe, ZEDC Airbus)
- Des ambitions de développement autour de l'usage mobilité lourde : production d'équipements, intégration de PAC
- Développement du train H2 (30% de lignes non électrifiées)

O

MENACES

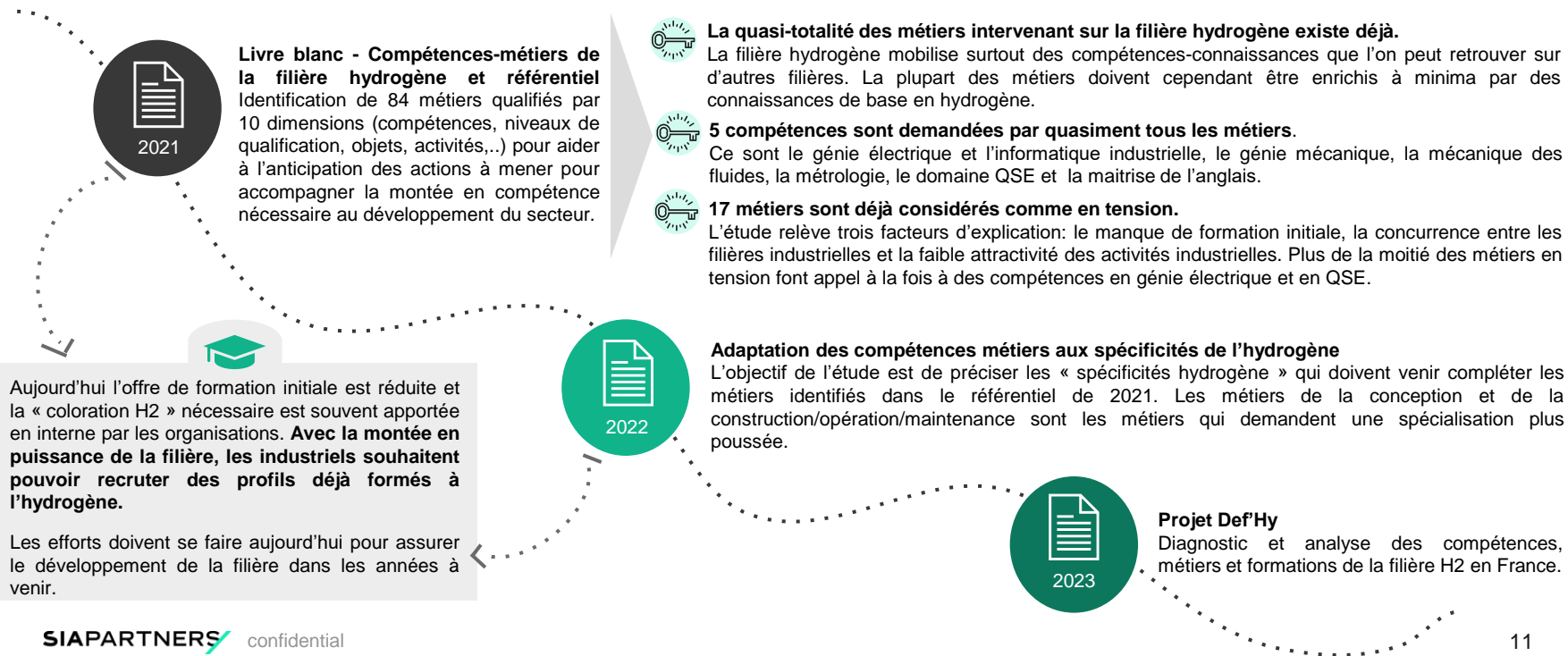
- Absence de projet de « giga factories » : PAC, électrolyseurs,...
- Un modèle de développement diffus, pouvant amener au recours à des équipes de maintenance et d'exploitation mobile et donc non installées en région.
- Une anticipation de manque de profils opérationnels (niveau 3 à 6) notamment pour des activités de maintenance ou de travaux sur des objets spécifiques (PAC, réservoirs..)
- Le développement de la filière hydrogène s'appuie en partie sur la fabrication d'équipements H2. Les emplois qui en découlent sont par nature délocalisables.

M

3 – Vue d'ensemble des métiers et besoins en compétences

Principaux messages des travaux de France Hydrogène (niveau national)

France Hydrogène a réalisé plusieurs travaux sur les besoins en compétences dus au développement de la filière hydrogène en France. La présente étude de diagnostic du besoin en compétences en Pays de la Loire a veillé à être compatible avec ces travaux (termes, segmentations) pour pouvoir utiliser certains résultats, mais également comparer le contexte national et le contexte régional.



Principaux enjeux régionaux – vue d'ensemble de la chaîne de valeur

	Recherche / R&D	Conception	Fabrication / Production / Construction	Installation / Mise en service	Exploitation	Maintenance
Electrolyseur	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)
Système de purification	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)
Production via biomasse	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)
Système de stockage	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)
Système de compression	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)
Système de transport	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)
Station de distribution	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)
PAC (stack et BOP)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)
Mobilité routière	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)
Train H2	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)
Mobilité maritime	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)
Avion H2	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné
PAC Stationnaire	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)	Enjeux faible en volume d'ETP potentiels (<50 ETP dans le scénario le plus ambitieux)
Procédés industriels	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Enjeux fort en volume d'ETP potentiels (>50)	Pas d'acteur ligérien positionné
Injection dans les réseaux	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné	Pas d'acteur ligérien positionné

Enjeux par typologie d'activités (1/3)

Conception de sites de production et distribution

Compétences requises

Connaissance scientifique de l'hydrogène et capacités techniques à effectuer des calculs et simulations

- Conception: génie électrique, mécanique, mécanique des fluides, génie logiciel, automatisme, électronique, outils de conception, hautes pressions, dimensionnement des systèmes et des matériaux, génie des procédés
- Contrôle et essai des machines: schémas électriques, métrologie
- QSE: maîtrise du risque, certification, conformité
- Développement de projet: gestion de projet, finance, droit

Niveaux de qualification

- Majorité de niveau 7 (ingénieurs)
- Des profils plus opérationnels pour les test et essais (Niveau 5/6, Bac+2/3)

Niveau de spécialisation H2 requis

- Ces activités nécessitent des formations spécialisées, sauf lorsque la configuration est indépendante du secteur applicatif, ici l'hydrogène

Enjeux liés à la répartition des équivalents temps plein

- La conception se fera dans des bureaux généralistes, par des personnes travaillant en parallèle sur d'autres secteurs.
- Une partie de la conception peut se faire à distance.

Conception d'équipements

Compétences requises

Connaissance scientifique de l'hydrogène et capacités techniques à effectuer des calculs et simulations

- Conception: Génie électrique, mécanique, mécanique des fluides, dimensionnement des systèmes et des matériaux, génie logiciel, électronique, informatique, automatisme, contrôle commande, conversion de puissance, hydropneumatique, tuyauterie, outils de conception, génie thermique (cryogénie), vision génie des procédés
- Contrôle et essai des machines: schémas électriques, métrologie
- QSE: maîtrise du risque, certification, conformité

Niveaux de qualification

- Majorité de niveau 7 (ingénieurs)
- Des profils plus opérationnels pour les test et essais (Niveau 5/6, Bac+2/3)

Niveau de spécialisation H2 requis

- Ces activités nécessitent des formations spécialisées, sauf lorsque la configuration est indépendante du secteur applicatif, ici l'hydrogène

Enjeux liés à la répartition des équivalents temps plein

- Les besoins en compétences sont assez spécifiques selon l'objet (exemple de la cryogénie dans la conception d'équipement pour avion H2)

Enjeux par typologie d'activités (2/3)

Exploitation, maintenance et mise en service de sites de production et distribution

Compétences requises

Compétences opérationnelles : application des procédures de sécurité liées à un équipement et/ou à une intervention donnée, supervision des machines, mesures physiques

- Compétences générales: mécanique, génie électriques, manipulation du métal (soudure), QSE (habilitation ATEX et électrique), métrologie (instrumentation, comptage)
- Exploitation et maintenance des site de production à partir de biomasse : génie des procédés, travail sous pression
- Maintenance des stations de distribution: électrotechnique et plomberie haute pression

Niveaux de qualification*

- Majorité de profils techniciens et opérateurs (niveau 3,4,5,6)

Niveau de spécialisation H2 requis

- Ces activités nécessitent soit des formations spécialisées, soit une simple acculturation à l'hydrogène

Enjeux lié à la répartition des équivalents temps plein

- La maintenance et l'exploitation des petites infrastructure ne nécessitent pas de temps plein.
- L'enjeux pour ces infrastructures est d'être disponibles 24/24h, et donc d'avoir un personnel de maintenance disponible 24/24h.

Exploitation et maintenance mobilité lourde

Compétences requises

Compétences opérationnelles: méthode, changement d'un filtre PAC, vidange des réservoirs

- Compétences générales: mécanique, génie électrique, électromécanique, QSE (habilitation ATEX et électrique), cinématique hydrogène, métrologie (instrumentation et comptage)
- Conduite de poids lourds: conduite spécifique H2 et connaissance des procédures d'urgence. Une formation est nécessaire pour faire le plein.
- Moteur à combustion: mécanique automobile thermique

Niveaux de qualification*

- Majorité de niveau 3 et 4, techniciens (niveau 5/6) en supervision

Niveau de spécialisation H2 requis

- Ces activités nécessitent soit des formations spécialisées, soit une simple acculturation à l'hydrogène

Enjeux lié à la répartition des équivalents temps plein

- Pour les poids lourds et les trains, la maintenance (sauf niveau 1) est prise en charge par les constructeurs. Ils dispensent aussi les formations pour l'utilisation.
- Besoin de profils multi-compétences, de techniciens qui s'occupent entre autres des équipements H2.

Enjeux par typologie d'activités (3/3)

Fabrication et intégration d'équipements

Compétences requises

- Compétences générales: génie électrique, électrotechnique, métrologie, électronique de puissance, automatisme, contrôle commande, conversion de puissance, mécanique, soudure, tuyauterie, manipulation de métal, usinage, hydropneumatique, QSE, lecture de plan
- Compétences opérationnelles: montage, câblage, assemblage
- Compétences liées à l'organisation de la production: méthode, vision génie des procédés

Niveaux de qualification

- Majorité de profils niveau 3 et 4 (diplôme du secondaire)

Niveau de spécialisation H2 requis

- Ces activités nécessitent une simple acculturation à l'hydrogène

Enjeux lié à la répartition des équivalents temps plein

- La production fait appel à un domaine très large de compétences. Le besoin sera différents selon l'objet considéré.

Recherche et développement

Compétences requises

La recherche ou R&D demande un niveau 7 ou 8 de qualification et une hyperspécialisation H2 sur des aspect bien précis. La recherche doit permettre de forger des avis critiques et d'orienter les décisions.

Domaines de recherche probables dans lesquels des compétences gagneraient à être développées: Equipements sous pression, chimie verte, génie thermique, Isolation par le vide, mécanique automobile, cryogénie

Transport d'H₂

Transport par camion:

Le transport d'hydrogène nécessite des compétences et des habilitations spécifiques (certificat ARD) pour conduire le camion et surtout le charger (branchement de tuyaux, instrumentation).

Transport par pipeline

Compétences nécessaires de la conception à la maintenance:

- Compétences générales: expertise corrosion, électro-mécanique, expertise matériaux, smartgrids, informatique, génie des procédés, génie civil, mécanique des fluides, outils de conception, QSE, métrologie (analyse gaz, mesures chimiques)
- Compétences opérationnelles: plomberie, soudure, tuyauterie, montage assemblage
- Développement de projets: QSE, droit

4 – Estimation des besoins et enjeux de montée en compétence présentés par les acteurs régionaux

(méthodologie bottom-up)


Bilan de la campagne d'entretiens

Nous avons mené 20 entretiens avec des acteurs de toute la chaîne de valeur, regroupés ici en 5 typologies en fonction de leurs positionnements. Ces acteurs pourraient représenter à horizon 2030 plus de 1 000 emplois directs liés à des segments d'activités impliquant des offres hydrogène. Certains emplois sont entièrement liés à l'hydrogène, d'autres sont transverses à plusieurs filières.

	Installation / exploitation de sites de production	Fabrication d'équipements	Consommateurs d'hydrogène	R&D et ingénierie	Transport et distribution d'H2
Nombre d'acteurs interrogés	7	8	3	2	1
Emplois régionaux directs liés aux projets H ₂ des acteurs interrogés en 2023* Dont part ETP transverses à plusieurs filières	190 Dont 0% ETP transverse	120 Dont 87% ETP transverses	7	175 Dont 100% ETP transverses	Confidentiel
Emplois régionaux directs liés aux projets H ₂ des acteurs interrogés en 2030* Dont part ETP transverses à plusieurs filières	≈ 260 Dont 0% ETP transverse	≈ 500 Dont 80% ETP transverses	60 Dont 0% ETP transverse	≈ 240 Dont 100% ETP transverses	Confidentiel

Principaux enseignements des entretiens

Les entretiens nous ont fourni des enseignements sur :

- Les besoins de la filière hydrogène en termes de qualifications, de compétences et les difficultés de recrutement actuelles et anticipées 
- Des ordres de grandeurs sur le contenu en emploi des activités hydrogène
- Des attentes et des avis sur le contenu et l'organisation des formations

Les acteurs interrogés parviennent à se projeter et identifient bien leurs besoins à horizon 2025 et dans une moindre mesure à horizon 2030.

Enseignements généraux:



Maturité de la filière

Les besoins portent aujourd'hui principalement sur les phases d'études et de conception. Les activités de construction puis d'exploitation et de maintenance de sites et d'équipements se développeront dans un second temps. Cette dynamique structure aussi les besoins en compétences : **le besoin en profils ingénieur et docteur sera bientôt dépassé par le besoin en profils plus opérationnels.**



Similarités avec d'autres industries

La filière hydrogène partage des besoins en qualifications et en compétences communes avec les filières liées à **l'électrification des usages**. Cela donne lieu à une **concurrence forte pour attirer les profils**, mais peut également représenter des opportunités de création d'**offres de formation complémentaires**.

Les acteurs expriment trois besoins différents

Acculturation aux enjeux industriels et technologiques

La majorité des acteurs interrogés considèrent qu'une acculturation à l'hydrogène est nécessaire pour tous leurs collaborateurs : **connaissance des caractéristiques physiques et techniques, des enjeux de sécurité, et des fonctionnalités des équipements répondants aux besoins du marché.**



Des réponses à cet enjeu peuvent être apportés par :

- La **formation initiale**, dès le collège.
- La **formation continue**, par la création d'un programme interne ou l'appel à un prestataire externe.

Gisement de travailleurs qualifiés et compétents

Les acteurs appréhendent un manque de compétence **en électricité, électrotechnique et soudure, au niveau de qualification technicien et diplômé du secondaire.** Une concurrence forte avec les industries liées à l'électrification accentue cette appréhension.



Des **places supplémentaires en formation initiale** devront être ouvertes. Leur localisation doit prendre en compte la mobilité restreinte de certains profils : départementale à régionale pour les techniciens, communale à départementale pour les détenteurs d'un diplôme du secondaire.

Expertises à développer

La majorité des acteurs interrogés considèrent que les **compétences nécessaires au secteur de l'hydrogène existent déjà.**

Cependant, certaines devraient être développées pour adresser les spécificités de l'hydrogène : **Sécurité (gestion et analyse des risques, normes), Equipement sous pression, Thermique, Electromécanique, ...**



Pour répondre à ce besoin, les formations existantes peuvent être complétées par des **modules spécifiques**. Pour certains domaines de compétences **comme la mécanique, les formations doivent être entièrement modernisées.**



La création de formations plus spécialisées pour de hauts niveau de qualification peut également être envisagée dans l'optique de développer une filière d'excellence hydrogène dans la région, au rayonnement national.

5 – Modélisation des potentiels besoins en ETP aux horizons 2030 et 2040 *(méthodologie top-down)*

Approche *top-down* – Méthodologie d'estimation des ETP directs liés à des projets hydrogène

Définition

▶ Equivalents temps plein directs liés à l'hydrogène

- Activités liées à un projet hydrogène, hors métiers traditionnels qui ne nécessiteront pas d'évolution ou de sensibilisation aux enjeux de l'hydrogène (BTP, administration, métiers traditionnels de la construction navale)
- Exceptions : métiers de la vente et de la communication non inclus.
- 1 ETP peut désigner l'évolution d'un poste, plutôt qu'une création de poste (exemple : conducteurs de bus)
- 1 ETP peut être couvert par deux personnes ou plus (ex : cas d'ingénieurs consultants travaillant pour plusieurs industries)
- Non prise en compte des emplois indirects ou induits

Méthode

Décomposition de chaque activité en 5 étapes :

- Conception,
- Fabrication/production/construction,
- Installation/mise en service,
- Exploitation,
- Maintenance

Volume d'activité (résultats des scénarios)*



Coefficient en emplois



Répartition des emplois par niveau de qualification



% d'activité réalisée localement




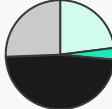
Résultat:
nombre
d'ETP liés
aux projets
H2

* Pour les emplois liés à la conception, construction et installation d'infrastructures, l'activité est exprimée en termes d'installations par an.



Principales sources

- Comptes rendus des entretiens (réalisés en janv. et fev. 2023)
- Coefficient en emploi de « Ademe & Réseau Action-Climat France : outil « *Transition écologique territoire emploi* » (TETE), www.territoires-emplois.org, version n°3.1.0 »
- ADEME : Thomas BLAIS ; IN NUMERI : Gérard GIE et Laurence HAEUSLER, 2018, *Scénarios REV3 Hauts-de-France : conséquences sur l'emploi et approches métiers et filières*;
- Données internes Sia Partners
- IEA (2019), *The Future of Hydrogen*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>, Assumptions annex

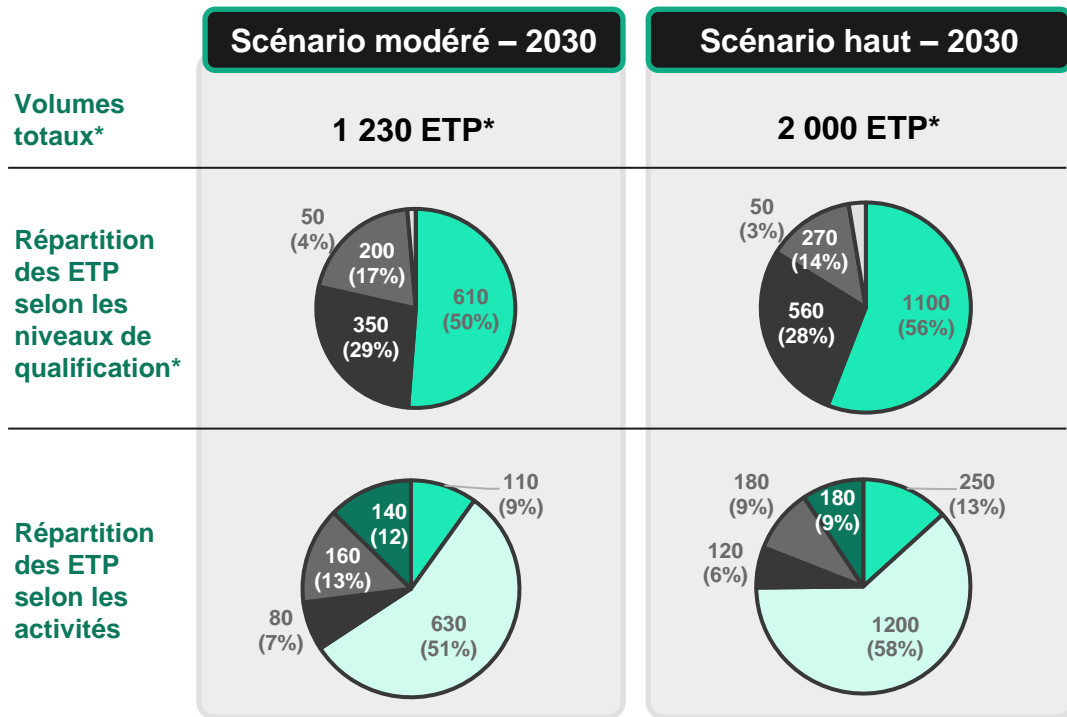
Approche *top-down* – Grandes orientations des scénarios (1/2)

	Scénarios 2030	
	Scénario modéré	Scénario haut
Production d'hydrogène décarboné	<p>11 kt/an</p> <p>82% par électrolyse 18% à partir de biomasse</p>	<p>57 kt/an</p> <p>67% par électrolyse 7% à partir de biomasse 26% par SMR + capture du CO2</p>
Usages	 <p>Mobilité: 6 kt / 60%</p> <p>Production de molécules de synthèse (e-CH₄): 5 kt / 40%</p>	 <p>Mobilité: 10 kt / 23%</p> <p>Raffinage: 15 kt / 26%</p> <p>Energie: 4 kt / 7%*</p> <p>Production de molécules de synthèse (CH₄ et autres molécules): 26 kt / 44%</p> <p>*Essentiellement pour l'alimentation de PAC</p>
Equipements et technologies hydrogène	<ul style="list-style-type: none"> 70 MW de capacité d'électrolyse de l'eau (7 sites) 2 sites de production d'H2 à partir de biomasse 3 500 véhicules terrestres, dont 400 poids lourds 2 bateaux, 5 trains / 1 ligne 19 stations 15 sites de méthanation 	<ul style="list-style-type: none"> 190 MW de capacité d'électrolyse de l'eau (15 sites) 4 sites de production d'H2 à partir de biomasse 5 800 véhicules terrestres, dont 700 poids lourds 8 bateaux, dont 1 navire maritime 10 trains / 2 lignes 36 stations 19 sites de méthanation + 1 site de production d'autres e-carburants ou e-chemicals
Description	<p>Les volumes correspondent à un triplement des volumes anticipés par les projets régionaux les plus matures à l'horizon des prochaines années. La production d'hydrogène correspond aux prévisions de la feuille de route régionale hydrogène de 2020, multipliées par un facteur 3**. Les usages en mobilité et pour la méthanation sont développés de manière modérée.</p>	<p>La production globale correspond aux prévisions régionales de l'étude <i>Trajectoires 2030</i> de France Hydrogène (édition de décembre 2022), avec une répartition des usages calquées sur les estimations nationales pour le scénario Ambition. La production d'hydrogène destinée à la raffinerie de Donges est supposée décarbonée grâce à la capture de CO2.</p>

Approche *top-down* – Grandes orientations des scénarios (2/2)

		Scénarios 2040	
		Scénario modéré	Scénario haut
Production d'H2 décarboné		43 kt/an 90% par électrolyse 10% à partir de biomasse	217 kt/an 95% par électrolyse 5% à partir de biomasse
Usages	 <ul style="list-style-type: none"> Mobilité: 22 kt / 50% Production de molécules de synthèse (méthane) : 11 kt / 25% Energie: 11 kt / 25%* <p><small>*Essentiellement pour l'alimentation de PAC</small></p>	 <ul style="list-style-type: none"> Mobilité: 65 kt / 30% Raffinage: 15 kt / 7% Energie : 26 kt / 12%* <p><small>*Essentiellement pour l'alimentation de PAC</small></p> <p>■ Production de molécules de synthèse (CH₄ et autres molécules): 111 kt / 51%</p>	
Equipements et technologies	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 280 MW de capacité d'électrolyse de l'eau (28 sites) ▪ 2 sites de production d'H2 à partir de biomasse ▪ 5 400 véhicules terrestres, dont 1 500 poids lourds ▪ 6 bateaux, dont 1 navire maritime ▪ 10 trains / 2 lignes ▪ 30 stations ▪ 35 sites de méthanation ▪ 20 km de pipeline le long de la zone industrialo-portuaire 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 800 MW de capacité d'électrolyse de l'eau (70 sites) ▪ 11 sites de production d'H2 à partir de biomasse ▪ 50 800 véhicules terrestres, dont 2 650 poids lourds ▪ 30 bateaux, dont 4 navires maritimes + 15 trains ▪ 89 stations ▪ 71 sites de méthanation + 4 sites de production d'autres e-carburants ou e-chemicals ▪ 300 km de pipeline traversant le territoire 	
Description	<p>La production globale est estimée sur la base des hypothèses nationales du scénario <i>Trajectoires 2030</i> de France Hydrogène.</p> <p>Les usages industriels ne sont pas considérés.</p>	<p>La production globale et la répartition des usages correspondant sont estimés sur la base des hypothèses nationales du scénario <i>Trajectoires 2030</i> de France Hydrogène.</p> <p>La raffinerie de Donges décarbone sa production via l'électrolyse de l'eau. Les usages chimiques de développent de manière importante : e-chemicals, e-fuels.</p>	

Approche *top-down* – Estimation des ETP directs liés à des projets hydrogène en 2030 :



A titre indicatif, la stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France vise **entre 50 000 et 150 00 emplois directs et indirects en 2030.**

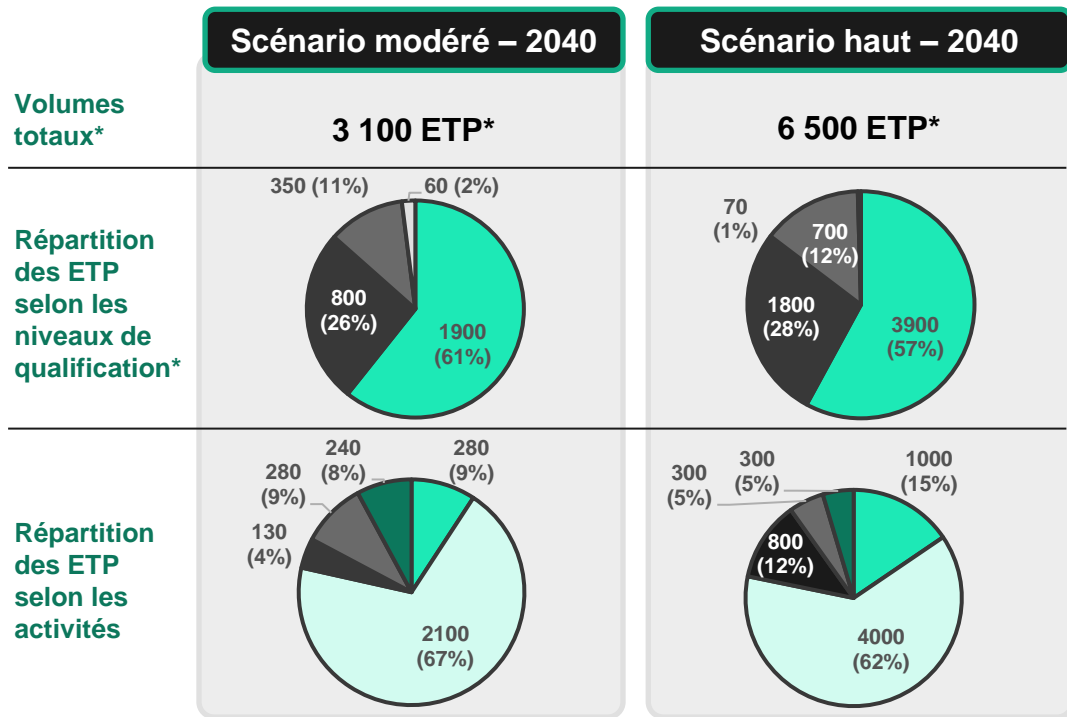
Légende :

- Niveau 3 et 4 (Diplôme du secondaire)
- Niveau 5 et 6 (Technicien)
- Niveau 7 (Ingénieur)
- Niveau 8 (Docteur)

Légende :

- Exploitation et maintenance de sites de production et distribution*
- Exploitation et maintenance d'équipements
- Conception et construction de sites de production et distribution
- Conception d'équipements (rétrofit et construction de véhicules, équipements de gestion de puissance,...)
- Fabrication d'équipements (rétrofit et construction de véhicules, équipements de gestion de puissance,...)

Approche *top-down* – Estimation des ETP directs liés à des projets hydrogène en 2040 :



A titre indicatif, la stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France vise **entre 50 000 et 150 00 emplois directs et indirects en 2030.**

Légende :

- Niveau 3 et 4 (Diplôme du secondaire)
- Niveau 5 et 6 (Technicien)
- Niveau 7 (Ingénieur)
- Niveau 8 (Doctorat)

Légende :

- Exploitation et maintenance de sites de production et distribution*
- Exploitation et maintenance d'équipements
- Conception et construction de sites de production et distribution
- Conception d'équipements (rétrofit et construction de véhicules, équipements de gestion de puissance,...)
- Fabrication d'équipements (rétrofit et construction de véhicules, équipements de gestion de puissance,...)

Principaux enseignements du travail de modélisation (1/3)



Le volume d'ETP directs n'est pas proportionnel avec le volume total d'hydrogène produit

- > Un rapport de 1 à 5 existe entre les deux scénarios bas et modéré concernant la production et la consommation totale d'hydrogène, aussi bien pour 2030 que pour 2040. D'après nos résultats, **le rapport pour la création d'emploi est cependant de seulement de 1 à 3.**
- > Ce résultat peut s'expliquer par deux facteurs :
 - **Brique production : Des créations d'emplois non proportionnelles au volume d'hydrogène produit.** Le dimensionnement des sites de production d'hydrogène sont supposés plus importants dans le scénario haut visant en partie des usages industriels. Or, les besoins d'ETP en maintenance et en exploitation varient peu selon la taille des sites.
 - **Brique consommation : Des usages industriels et énergie moins intenses en emplois directs que l'usage mobilité*.** L'usage mobilité demande un développement diffus de la production (sans économie d'échelle) et beaucoup de main d'œuvre pour l'exploitation et la maintenance d'une multitude d'équipements.

* Emplois liés à l'usage industriel de l'hydrogène : il est cependant à noter que la participation de l'hydrogène à la décarbonation d'industries peut participer à leur maintien ou à leur développement sur le territoire. Cet impact indirect n'est ici pas considéré.

Principaux enseignements du travail de modélisation (2/3)



Les besoins estimés en qualification confirment la pertinence d'une stratégie de formation régionale

- > Pour les deux scénarios 2030, plus de 3/4 des besoins en ETP directs liés à l'hydrogène en 2030 seront des profils avec des niveaux de qualification 3, 4, 5 et 6 (diplômés du secondaire et techniciens). En 2040, la part ces profils atteint 90%. Ce résultat estimé de manière « *top-down* » rejoint les impressions récoltées durant les entretiens avec les acteurs.
- > Or, ces profils s'avèrent moins mobiles d'un point de vue géographique que des profils de qualifications niveaux 7 et 8 (ingénieurs et doctorants) selon les acteurs interrogés. Le besoin d'une offre de formation a proximité des acteurs régionaux de la filière hydrogène est ainsi confirmé.

Principaux enseignements du travail de modélisation (3/3)



Une part importante des emplois liés à la filière hydrogène seront délocalisables

- > **Près de 60% des emplois envisagés dans les deux scénarios 2030 seront liés à des activités non délocalisables** : installation, mise en service et maintenance d'électrolyseurs et de stations, exploitation de stations et conduite et maintenance de véhicules et autres équipements (stockage, PAC stationnaire). Dans les scénarios 2040, on atteint 75%.
- > **La pérennité d'équipes régionales n'est cependant pas acquise pour des activités d'installation et de mise en service d'électrolyseurs et de stations.** Les acteurs non implantés dans la région pourraient en effet privilégier le recours à des équipes mobiles. L'atteinte d'un volume d'activité critique justifiant la création d'équipes régionales permanentes sera à confirmer.
- > Le reste des ETP est lié à des activités de conception et de fabrication d'équipements, par nature délocalisables. **Une stratégie de développement d'une offre de formation hydrogène régionale doit donc aller de pair avec une réflexion sur les conditions de maintien des projets actuels d'équipementiers et d'attractivité pour de nouveaux projets.**

6 – Fiches « Besoins par niveaux de qualification »

Niveaux 3 et 4 (Diplôme du secondaire) Infrastructures et logistique

2030

20-40 ETP

2040

50-250 ETP

Analyse régionale des besoins selon les scénarios:

- L'hypothèse d'un développement très fort de la production d'hydrogène en 2040 demanderait un nombre significatif de profils de niveau 3 et 4 pour l'exploitation des sites de production par électrolyse et à partir de biomasse.

Répartition des ETP:

	Conception		Fabrication		Installation		Exploitation		Maintenance	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Electrolyseur	1	1-3			0	0-1	3-7	10-30	3-7	10-30
Système de production via biomasse	0-1	0-1					10-20	17-50		
Système de transport (pipeline)		10-100						1-30*		1-30*
Système de transport (truck trailer)							0-1	1		
Station de distribution	2-3	1-3			1	1			1-2	2-5

Compétences: génie électrique et informatique, génie mécanique, mécanique des fluides, outils de conception/lecture de plan, QSE, métrologie
Métiers type: dessinateur-projeteur, technicien de maintenance industrielle

Compétences: électricité, électronique, génie civil, mécanique des fluides, génie des matériaux, mécanique, électromécanique, manipulation du métal, montage assemblage, génie climatique, métrologie, QSE
 Génie des procédés, métrologie et QSE pour l'exploitation des sites de production à partir de biomasse
Métiers type: opérateur de travaux, soudeur, monteur-assembleur, ajusteur monteur,, plombier, tuyauteur-canalisateur, conducteur de camion de transport H2 (nécessite un certificat ADR)

Niveaux 3 et 4 (Diplôme du secondaire) Procédés industriels

2030

30-50 ETP

2040

50-200 ETP

Analyse régionale des besoins selon les scénarios:

Pour une production 4 fois plus élevée (scénario 2040 haut), la production de molécules de synthèse demande autant d'ETP de niveau 3 à 4 que la méthanation. Cela découle des hypothèses considérées:

- La méthanation est réalisée sur des sites diffus (15 à 70 sites selon les scénarios), liés aux unités de méthanisation
- La production de molécules de synthèse est centralisée dans une à 5 usines

Répartition des ETP:

	Conception		Fabrication		Installation		Exploitation		Maintenance	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Procédé industriel utilisant H2							0-25	0-100		
Méthanation	10-15	15-30					10-15	30-60	3-4	7-15

Compétences: génie électrique et informatique, génie mécanique, mécanique des fluides, outils de conception/lecture de plan, QSE, métrologie
Métiers type: dessinateur-projeteur, technicien de maintenance industrielle

Compétences: électricité, électronique, mécanique des fluides, mécanique, montage assemblage, manipulation du métal, génie climatique, métrologie, QSE
Métiers type: opérateur consoliste, technicien de maintenance industrielle, tuyauteur canalisateur

Niveaux 3 et 4 (Diplôme du secondaire) Equipements

2030

570-1000 ETP

2040

18000-3400 ETP

Analyse régionale des besoins selon les scénarios:

- L'exploitation des véhicules lourds (poids lourds, bus, navires, trains) demande un nombre très important d'ETP de niveau 3 et 4, mais ces emplois existent déjà (conversion de véhicules thermiques en véhicules hydrogènes) et nécessitent seulement une formation de quelques jours.
- La maintenance ces véhicules demande plus de compétences techniques liées à l'hydrogène et est plutôt réalisée par des profils multi-compétences.

Répartition des ETP:

	Conception		Fabrication		Installation		Exploitation		Maintenance	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040
PAC (Stack et BOP)			6	10-20						
Mobilité terrestre			40	40			320-560	1220-2130	60-110	180-600
Chariots de manutention			0-10	10			110-220	220-330	1-2	2-3
Mobilité maritime			7	15-25			6-30	25-100	3-13	13-50
Train H2							0-6	10-20	0-10	20-30
PAC Stationnaire									0-2	6-15
Système de stockage			7	13						

Compétences: montage assemblage, électricité, électronique, QSE, électromécanique, mécanique, outils de conception
Métiers type: ajusteur-monteur, conducteur de lignes automatisées, mécaniciens

Compétence: QSE
Métiers type: chauffeur de poids lourds et de bus, employé de centre logistique, équipage de navire H2, chauffeur de trains

Compétences: QSE, mécanique, manipulation du métal, montage assemblage, outils de conception, électricité
Métiers type: technicien de maintenance, mécanicien

Niveaux 5 et 6 (technicien) Infrastructures et logistique

2030

40-90 ETP

2040

120-530 ETP

Analyse régionale des besoins selon les scénarios:

- L'hypothèse d'un développement très fort de la production d'hydrogène en 2040 demanderait un nombre significatif de profils de niveau 5 et 6 pour l'exploitation et la maintenance des sites de production par électrolyse et à partir de biomasse.

Répartition des ETP:

	Conception		Fabrication		Installation		Exploitation		Maintenance	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Electrolyseur	1-3	2-6			1-2	1-3	3-10	10-30	10-20	40-100
Système de production via biomasse	1-2	1-2					10-20	15-45	15-25	25-70
Système de transport (pipeline)		1-200						3-40*		3-40*
Station de distribution	0-1	1-2							3-6	5-20

Compétences spécifiques: électricité, mécanique, outils de conception/lecture de plan, QSE
Métiers type: technicien de maintenance industrielle, dessinateur-projeteur

Compétences: électronique, génie civil, génie des matériaux, électromécanique, manipulation du métal, montage assemblage, génie climatique, métrologie, QSE, automatisme, contrôle commande, mécanique des fluides
 Pour les sites de production à partir de biomasse
Métiers type: technicien de maintenance industrielle, plombier, tuyauteur-canalisateur, électrotechnicien, électromécanicien, serrurier, technicien chimiste, technicien de test et d'essais, technicien gaz

Niveaux 5 et 6 (technicien) Procédés industriels

2030

50 - 90 ETP

2040

80 – 300 ETP

Analyse régionale des besoins selon les scénarios:

Pour une production 4 fois plus élevée (scénario 2040 haut), la production de molécules de synthèse demande autant d'ETP de niveau 5 et 6 que la méthanation. Cela découle des hypothèses considérées:

- La méthanation est réalisée sur des sites diffus (15 à 70 sites selon les scénarios), proches des unités de méthanisation
- La production de molécules de synthèse est centralisée dans une à 5 usines

Répartition des ETP:	Conception		Fabrication		Installation		Exploitation		Maintenance	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Production de molécule de synthèse							0-30	0-120		
Méthanation	25-30	30-70					10-15	30-60	9-11	20-40

Compétences: génie électrique et informatique, génie mécanique, mécanique des fluides, outils de conception/lecture de plan, QSE, métrologie
Métiers type: dessinateur-projeteur, technicien de maintenance industrielle

Compétences: électricité, électronique, mécanique des fluides, mécanique, montage assemblage, manipulation du métal, génie climatique, métrologie, QSE
Métiers type: technicien consoliste, technicien de maintenance industrielle, tuyauteur canalisateur, réparateur de matériel ATEX

Niveaux 5 et 6 (technicien) Equipements

2030

180-300 ETP

2040

470 - 830 ETP

Analyse régionale des besoins selon les scénarios:

- La maintenance et l'exploitation des équipements est réalisée majoritairement par des profils de niveau 3 et 4. Des techniciens seront cependant nécessaires pour encadrer l'exploitation et la maintenance ou intervenir sur des problèmes de fonctionnement plus complexes. Ce sont donc majoritairement des profils multi-compétences.
- Les profils de niveau 5 et 6 sont aussi essentiels pour assurer la sécurité et réaliser des test et essais.

	Conception		Fabrication		Installation		Exploitation		Maintenance	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Mobilité terrestre	25	25	40	40			80-140	300-530	7-12	20-70
Chariots de manutention	8	8	0-10	10			30-60	60-80		
Train H2							0-1	3-4	0-1	2-4
PAC Stationnaire									0	1-2
Mobilité maritime	3	10-15	10	20-40			2-10	6-30	0-1	1-5

Compétences: électricité, électronique, mécanique, électromécanique, manipulation du métal, montage assemblage, automatisme, contrôle commande, électrotechnique, métrologie, QSE
Métiers type: monteur assembleur, technicien de test et essais, technicien chargé de l'évaluation des produits, technicien méthode

Compétences: électricité, électronique, mécanique, génie des matériaux, électromécanique, manipulation du métal, montage assemblage, automatisme, contrôle commande, électrotechnique, métrologie, mécanique des fluides, QSE
Métiers type: plombier, tuyauteur-canalisateur, électrotechnicien, électromécanicien, serrurier, technicien chimiste, réparateur de matériel ATEX

Niveaux 5 et 6 (technicien) Fabrication d'équipements techniques

2030

60-70 ETP

2040

100-150 ETP

Analyse régionale des besoins selon les scénarios:

- Ces emplois sont dépendants de la pérennité et de la création de domaines d'expertise dans la région, c'est pour cela que leur nombre varie selon les scénarios (de 60 ETP à 200).
- La conception et fabrication de ces équipements techniques demandent une part importante de techniciens (niveau 5 et 6) avec des compétences approfondies et une expertise pour assurer la sécurité et réaliser des test et essais.

	Conception		Fabrication		Installation		Exploitation		Maintenance	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040
PAC (Stack et BOP)	12	25-50	6	10-25						
Avion H2			5-10	15						
Système de stockage			10	20						
Recherche transverse	3-10	3-10	10-20	10-20						

Compétences: électricité, mécanique, lecture de plan, automatisme, contrôle commande, électronique, électrotechnique, métrologie, hydropneumatique, QSE

Métiers type: électrotechnicien, ajusteur-monteur, technicien automaticien, soudeur, technicien chimiste

Compétences: **électricité, mécanique**, génie civil, mécanique des fluides, génie des procédés, montage assemblage, soudure, génie thermique, manipulation du métal, QSE

Hydropneumatique pour les systèmes de stockage

Gestion du vide pour l'avion H2

Métiers type: **technicien de test et essai, chaudronnier, monteur assembleur, soudeur, technicien mécanicien, opérateur de contrôle, ..**

Niveau 7 (ingénieur) Infrastructure

2030

50-90 ETP

2040

100-460 ETP

Analyse régionale des besoins selon les scénarios:

- Les profils de niveau de qualification 7 sont nécessaires tout le long de la chaîne de valeur quel que soit le scénario. Pour la maintenance et l'exploitation, leur nombre n'est pas proportionnel à l'augmentation des capacités de production, mais au nombre de sites à superviser et sécuriser. Seulement 3 fois plus d'ingénieurs seront nécessaires pour la maintenance dans le cas d'un développement exponentiel de l'hydrogène dans le scénario 2040 haut.
- Le développement d'un pipeline demande beaucoup d'ingénierie

	Conception		Fabrication		Installation		Exploitation		Maintenance	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Electrolyseur	1-3	2-6			1-2	1-4	2-4	6-15	3-10	10-30
Système de production via biomasse	1-2	0-2					4-10	10-20	1-3	3-10
Système de transport (pipeline)		10-220						1-15		
Station de distribution	3-5	1-5			1-3	0-2			1-2	2-5
Production de molécule de synthèse							0-6	0-25		
Méthanation	25-30	35-70					6-7	15-30	3-4	7-15

Compétences: génie civil, génie climatique, électricité, électronique, mécanique des fluides, génie logiciel, smart grids, génie des procédés, génie thermique, QSE

Métiers type: chargé d'affaire travaux, chargé d'étude de sécurité, ingénieur R&D, ingénieur conception, ingénieur chimiste

Compétences: génie climatique, électricité et électronique, mécanique, électromécanique, manipulation du métal, mécanique des fluides, métrologie, QSE, automatisme, contrôle commande, génie des procédés

Métiers type: Ingénieur d'exploitation, ingénieur automaticien, ingénieur de maintenance, ingénieur en sûreté de fonctionnement

Niveau 7 (ingénieur) Equipements

2030

100-130 ETP

2040

200-230 ETP

Analyse régionale des besoins selon les scénarios:

- La conception des équipements demande une expertise propre à chaque équipement.
- Ces emplois sont dépendants de la pérennité et de la création de domaines d'expertise dans la région, c'est pour cela que leur nombre varie selon les scénarios (de 200 ETP à 560).

Répartition des ETP:	Conception		Compétences spécifiques
	2030	2040	
Mobilité terrestre et chariot de manutention	50	50	Génie logiciel, contrôle commande, électricité, mécanique
PAC (Stack et BOP)	10	20-40	Chimie, smart grid, électrochimie, mécanique des fluides, logiciel, génie climatique, électronique de puissance
Mobilité maritime	10	20-40	Génie logiciel, , contrôle commande, électricité, mécanique
Avion H2 (Conception et production)	30-60	90	Génie thermique, technique d'isolation et de vide, physique et chimie de l'H2
Système de stockage	10	20	Chimie, smart grid, génie thermique // Connaissances en gaz, hydropneumatique et automatisme

Compétences transverses:

- QSE et certification
- Electricité
- Mécanique
- Automatisme
- Procédé
- Outils de conception
- Contrôle commande, data, laboratoire
- Métrologie

Mise en service, maintenance, exploitation:

Les mêmes compétences sont utilisées dans la supervision de la maintenance et l'exploitation d'équipements. Le nombre d'ETP concerné est trop faible pour être détaillé ici.

Métiers type: ingénieur d'exploitation, ingénieur de maintenance

Niveau 8 (docteur)

2030

60 ETP

2040

80-100 ETP

Analyse régionale des besoins selon les scénarios:

- Les profils de niveau 8 sont nécessaires pour la conception de nouveaux équipements et le développement de la recherche.
- Ces emplois sont dépendants de la pérennité et de la création de domaines d'expertise dans la région

Répartition des ETP:	Conception		Compétences spécifiques
	2030	2040	
PAC (Stack et BOP)	6	12-24	Chimie, smart grid, électrochimie, mécanique des fluides, logiciel, génie climatique, électronique de puissance
Mobilité maritime	3	25-50	Génie logiciel, , contrôle commande, électricité, mécanique
Système de transport - Pipeline	0	1-2	Expertise corrosion/matériaux, smartgrids, génie des procédés, génie civil
Système de stockage	7	7-14	Chimie, smart grid, génie thermique // Connaissances en gaz, hydropneumatique et automatisme
	Recherche		Sujets de recherche :
Recherche publique	36	36	Exemples de domaines d'application : <ul style="list-style-type: none"> • Energies off-shore • Construction navale propulsion H2 Exemples de thématiques métiers : <ul style="list-style-type: none"> • Cryogénie • Corrosion • Réservoirs • Soudage • Hydropneumatique • Chimie
Recherche privée	8	10	

Annexe – Résultats de l'analyse de sensibilité des modélisations des besoins en ETP

Analyse de sensibilité

Hypothèses	Nombre total d'ETP			
	2030 - modéré	2030 - haut	2040 - modéré	2040 - haut
Scénarios standards	1 200	2 000	3 100	6 600
Sensibilité à une baisse de la croissance de la production totale entre 2030 et 2040 de 20%	=	=	-15%	-17%
Sensibilité à une hausse du rendement des électrolyseurs jusqu'à 80% (au lieu de 65%)	-2%	-3%	-1%	-3%
Sensibilité à une hausse du nombre de poids lourds de 10%	+4%	+3%	+10%	+10%
Sensibilité à une délocalisation de 20% de la conception	-4%	-3%	-2%	-1%