

# Filières d'avenir mix énergétique : Les métiers de l'hydrogène



13/06/2024

Cycle  
« Les métiers d'avenir rev3 »



# C2RP, CARIF-OREF HAUTS-DE-FRANCE



- Financé et présidé alternativement par l'État et la Région
- Administré avec les partenaires sociaux
- Membre du CREFOP et du réseau des Carif-Oref



# 4 GRANDES MISSIONS DU C2RP

---



## OBSERVER

Assurer une observation sur la relation Emploi-Formation  
Apporter un appui technique aux instances régionales



## ACCOMPAGNER

Mettre son expertise et ses ressources au service des acteurs de l'orientation, de la formation et de l'emploi



## INFORMER

Répondre aux besoins d'information et de sensibilisation sur la formation, les certifications, les métiers, les dispositifs...



## COLLECTER

Collecter l'offre de formation professionnelle toute voie de formation, y compris par apprentissage  
Consolider les systèmes d'information

**01**

**L'hydrogène en Hauts-de-France**

**Les métiers et formations à l'hydrogène**

**02**

# L'hydrogène en Hauts-de-France



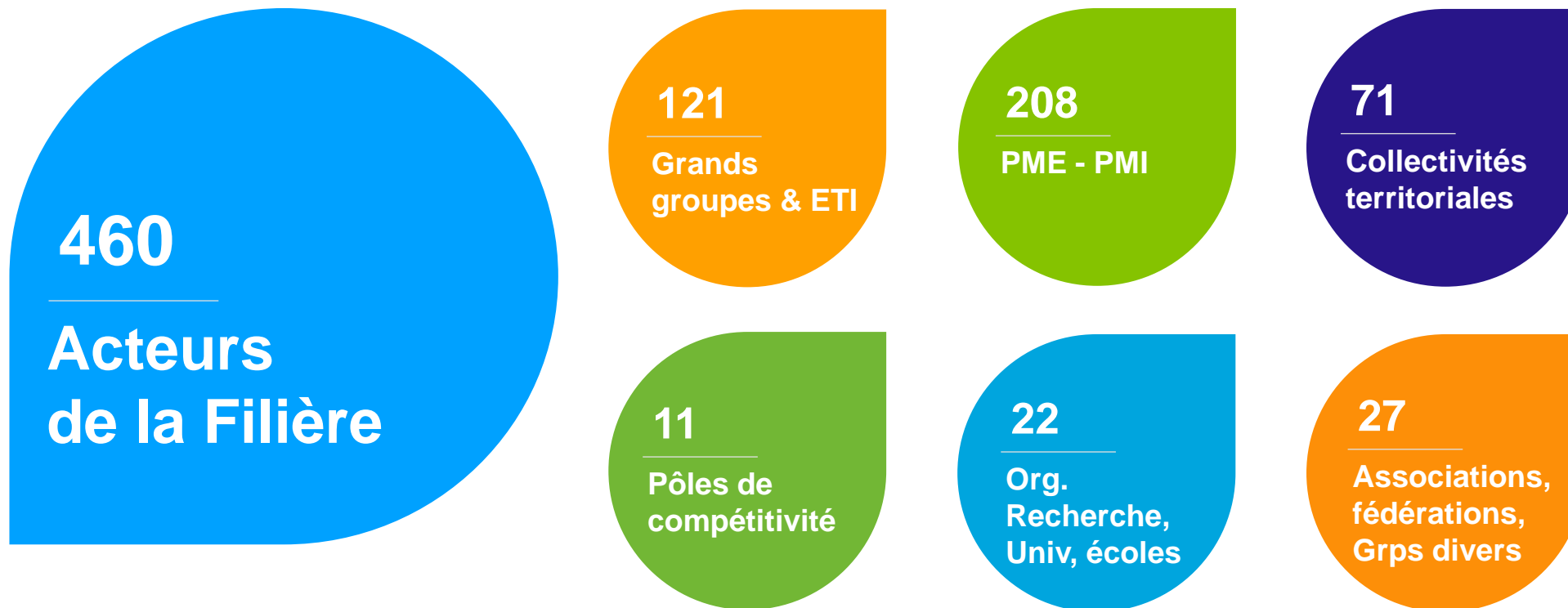
# La filière hydrogène, c'est quoi ?

<https://www.youtube.com/watch?v=qfMn4ic3E5A&t=6s>



# Les acteurs de la filière réunis au sein de France Hydrogène

L'ensemble de la chaîne de valeur représentée



\* Dec23-Janv24

# Ce qui nous anime

Vision, raison d'être et missions

Agir ensemble pour développer  
tous les usages de l'hydrogène

Et en faire une solution pérenne  
au service de la transition  
écologique

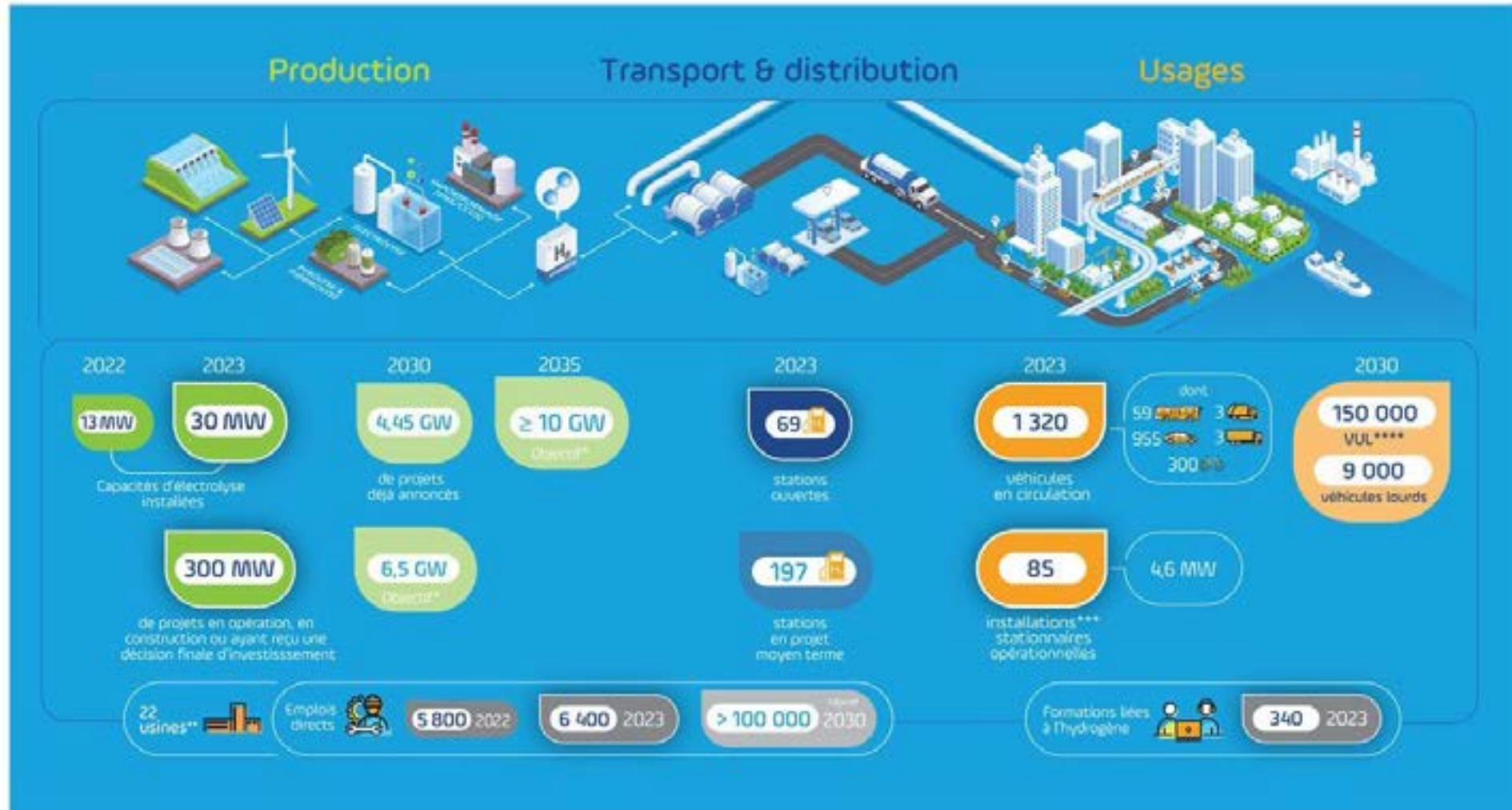


Une équipe de 20 permanents  
14 Délégations en régions





# Chiffres clés du déploiement de l'hydrogène en France en 2023



\* Objectif filière en ligne avec les objectifs de la stratégie nationale hydrogène

\*\* Usines de fabrication d'équipements clés en activité (électrolyseurs, piles, réservoirs, stations, véhicules)

\*\*\* Groupes électrogènes, chaudières, back-up (ventes France)

\*\*\*\* Parc roulant total Véhicules Utilitaires légers

[www.france-hydrogene.org/publication/chiffres-cles-du-deploiement-de-lhydrogene-en-france-en-2023](http://www.france-hydrogene.org/publication/chiffres-cles-du-deploiement-de-lhydrogene-en-france-en-2023)

# Le contexte régional de la filière hydrogène dans les Hauts-de-France

Jeudi 13 juin 2024



# LA STRATÉGIE DE DÉVELOPPEMENT HYDROGÈNE

France / *stratégie financière et investissement public*

## Plan de relance – pour une filière industrielle H2

**7 Md€** investis d'ici **2030**

Massification recherchée

Prix hydrogène cible très bas

Projets sécurisés

## Objectifs opérationnels à 2030

**6,5 GW** d'électrolyse pour décarboner l'économie

**6 MtCO<sub>2</sub> évitées** par le développement des mobilités propres

**50 000 à 150 000 emplois** directs et indirects générés  
pour une filière industrielle et technologique H<sub>2</sub> en France



# LE BILAN CARBONE EN HAUTS-DE-FRANCE

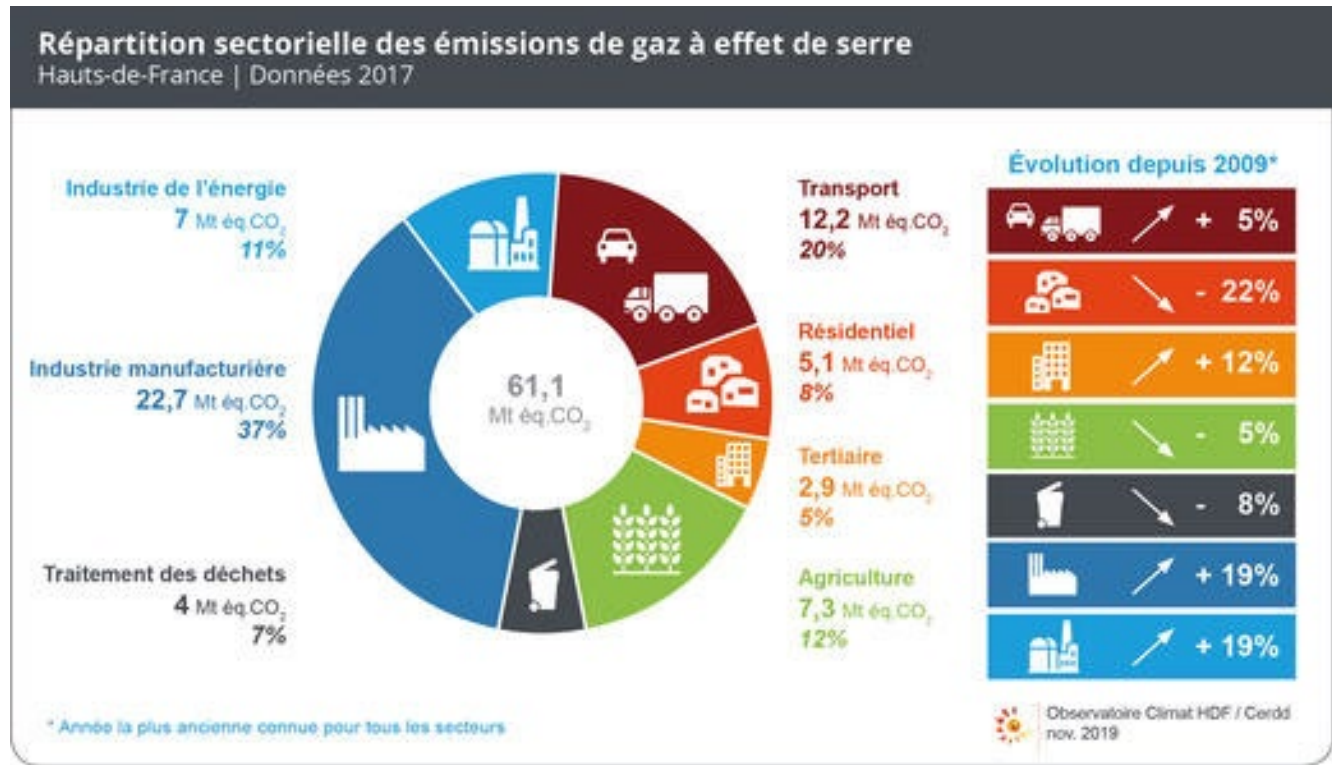
## Hauts-de-France / fortes émissions de GES liées à l'industrie

### INDUSTRIE

**1<sup>er</sup>** émetteur de GES  
consommateur d'énergie en région  
(209 TWh d'énergie consommée)

**1/4** des émissions industrielles (hors énergie) en France  
(France : 81 Mt CO<sub>2</sub> eq en 2017)

**1<sup>ère</sup>** région émettrice de CO<sub>2</sub> en France



Sources : SNBC, CERDD



## Objectif 2050 SNBC : Neutralité carbone

SNBC - Stratégie Nationale Bas Carbone

# FORTE DISPONIBILITÉ D'ÉLECTRICITÉ DECARBONNÉE



Electricité d'origine nucléaire (centrale de Gravelines)  
6 réacteurs en fonction et 2 EPR en projet

Forte part d' **ENR** éolien – solaire - bioénergie

**Eolien : 18 % - 1<sup>ère</sup> région** en France



**Parcs éoliens en fonctionnement  
en Hauts-de-France**

(source : DREAL HDF – avril 2021)

# DES PROJETS EMBLEMATIQUES

## Hauts-de-France / *mobilité hydrogène*

### Dunkerque - 1<sup>er</sup> démonstrateur power to gas en France

Démonstrateur GRHYD : Engie - Communauté Urbaine de Dunkerque - GDF Suez

- H<sub>2</sub> vert injecté dans le réseau de gaz naturel
- hythane® - production de carburant innovant (20% H<sub>2</sub> – 80% GNV) pour bus de ville

### Houdain – 1<sup>ère</sup> ligne de bus à hydrogène décarboné en France

Syndicat Mixte de Transports Artois Gohelle

- ligne de 6 bus H<sub>2</sub> sur plus de 13 km (70 000 km/bus/an) + 3 bus d'ici 2023
- station de production et d'avitaillement d'H<sub>2</sub> vert
- made in France : bus SAFRAN - Station H<sub>2</sub> Engie - McPhy

# LES PIONNIERS DE L'HYDROGÈNE

Hauts-de-France / *mobilité hydrogène*

**Vendin-le-Vieil – 1<sup>ère</sup> base logistique par chariots élévateurs H<sub>2</sub> en Europe**

Entreprise Carrefour – Air Liquide

- **station de recharge en H<sub>2</sub> pour chariots élévateurs STILL**
- **logistique opérée par 137 chariots hydrogène**

# LA DÉCARBONATION INDUSTRIELLE

**Hauts-de-France / production massive d'hydrogène**



## Unité de production massive d'H<sub>2</sub> vert par électrolyse de l'eau

- Dunkerque : décarbonation des activités du bassin industrialo-portuaire de Dunkerque appelée à devenir une « zone industrielle bas-carbone » (ZIBAC)
- Valenciennes : décarbonation de l'industrie et du transport routier de marchandises

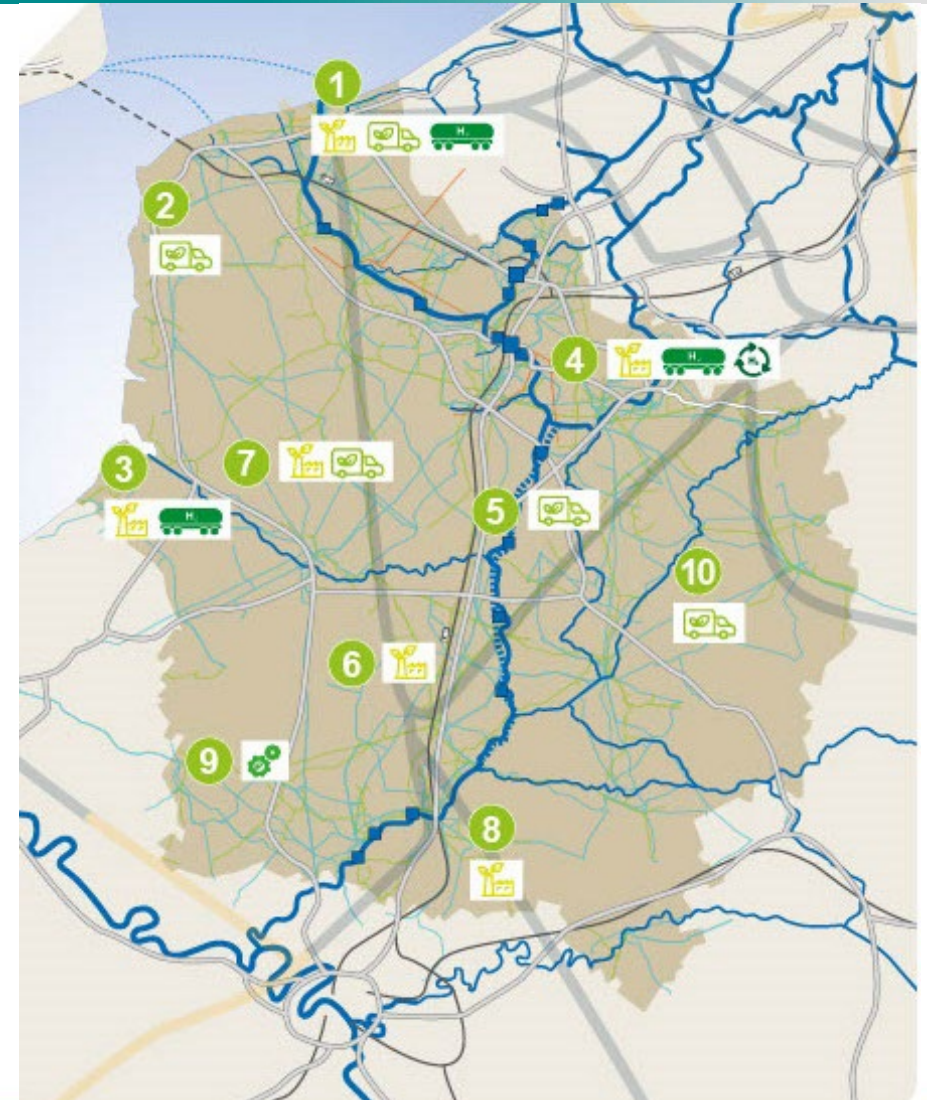
[h2vproduct.net](https://h2vproduct.net)



# LA FEUILLE DE ROUTE POUR UN HYDROGÈNE BAS-CARBONE

**Hauts-de-France / devenir un acteur majeur de l'hydrogène décarboné en Europe**

- 1 Dunkerque (port et pôle industriel),** décarbonation des industries, production de e-carburants, mobilité lourde, réseau de transport d'hydrogène.
- 2 Boulogne-sur-Mer,** production e-carburants.
- 3 La Glass Vallée,** décarbonation des industries, réseau de transport d'hydrogène.
- 4 Le Grand Hainaut,** décarbonation des industries, boucle de consommation locale d'hydrogène, réseau de transport d'hydrogène.
- 5 Le Canal Seine-Nord Europe,** production de e-carburants.
- 6 Santerre,** décarbonation des industries.
- 7 La Somme,** décarbonation des industries, mobilité lourde.
- 8 Lamotte & Villers-Saint-Paul,** production industrielle.
- 9 Pôle métropolitain de l'Oise (PMO),** équipementiers.
- 10 Saint-Quentinois,** production de e-carburants.





# LA FEUILLE DE ROUTE POUR UN HYDROGÈNE BAS-CARBONE

**Hauts-de-France / devenir un acteur majeur en Europe de l'hydrogène décarboné**

## Phase 1 - Pôles industriels et logistiques

- Vision à 24 mois
- Exploration des usages et évaluation de leur pertinence

## Phase 2 - Ecosystèmes locaux

- Vision à 5 ans
- Confirmation des usages
- Structuration d'une filière régionale

## Phase 3 - Construction d'hydrogénéoducs

- Horizon 2035
- Construction des hydrogénéoducs entre les ports, les centres de production et les zones de consommation
- Nouveaux projets aux noeuds de ce réseau

## Phase 4 - Massification

- Après 2035
- Les usages qui se sont révélés pertinents (décarbonation, rendement) se massifient et se généralisent à l'échelle de la région

rev<sup>3</sup>

TRANSFORMONS  
LES HAUTS-DE-FRANCE



L'HYDROGÈNE  
DES HAUTS-DE-FRANCE



Pôlenergie

Entreprises et territoires  
des Hauts-de-France

# LES 7 AXES DE LA FEUILLE DE ROUTE HYDROGÈNE

Un scénario en 4 temps pour le développement des écosystèmes

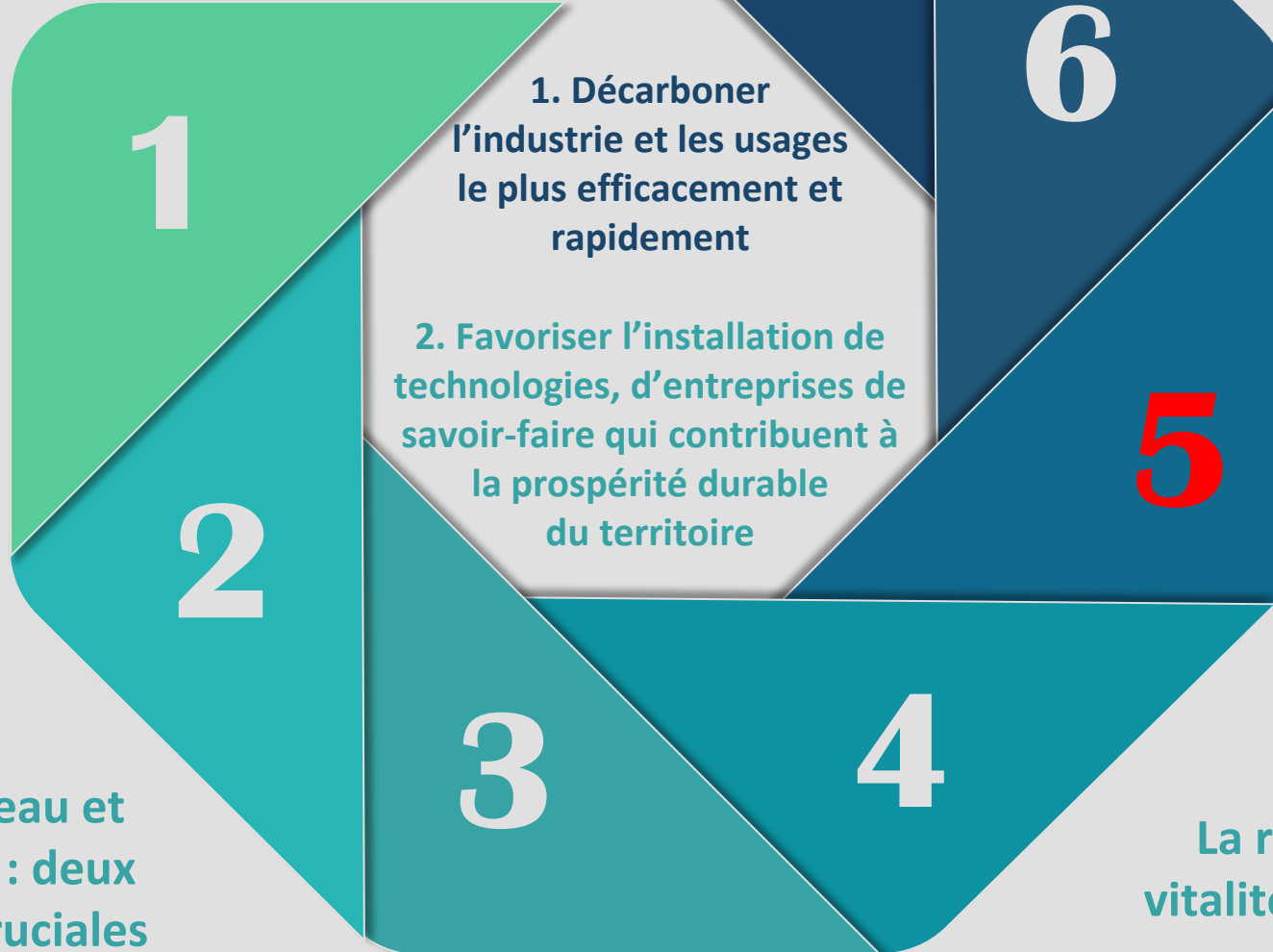
*Ateliers par sous-bassin*

Le recours à des technologies matures

*Mapping des technologies*

L'accès à l'eau et l'électricité : deux questions cruciales

*Besoins en ressources*



Construire des passerelles avec les autres régions

*Vallée européenne de l'hydrogène*

L'implantation des infrastructures dessine le paysage industriel de demain

*Evaluation des besoins*

**L'hydrogène, une opportunité pour développer, attirer et retenir les compétences et les savoir-faire sur le territoire**

*Montée en compétences*

La région au service de la vitalité de la filière hydrogène

*Stratégie régionale hydrogène*



---

Production massive d'hydrogène vert



- Pionnier, **H2V** œuvre depuis 2016 pour produire de **l'hydrogène vert** destiné à deux usages qui doivent **urgemment être décarbonés** :

**L'industrie : Remplacer l'hydrogène gris**, aujourd'hui utilisé par les raffineries et le secteur de la chimie (dont la production dégage 10 tonnes de CO2 pour 1 tonne produite), mais aussi **le charbon** qui alimente les aciéries et le gaz naturel (énergie fossile importée)

**La mobilité lourde : Remplacer le gazole** utilisé par les camions, mais aussi **le fuel lourd** nécessaire aux transports maritimes et le **kérosène** pour l'aérien

- **H2V** fait le choix de la **production massive pour optimiser les coûts de production** et proposer des tarifs compétitifs

---

## Production massive d'hydrogène vert

# H2V DANS LES HAUTS DE FRANCE A DUNKERQUE

- Le bassin industrialo-portuaire de Dunkerque, représente à lui seul **21% des émissions industrielle de CO2** et agit pour devenir la première « zone industrielle bas carbone ».
- Engagé sur le territoire **Dunkerquois** depuis 2018, H2V dispose de toutes les autorisations nécessaires à la mise en œuvre du projet **H2V59** qui se fera en deux phases, sur deux sites
- 1ère phase de 200 MW = 28 000 t de H2 / 280 000 t de CO2 évitées : mise en service en **2027**
- 2ème phase de 300 MW = 42 000 t de H2 / 420 000 t de CO2 évitées : mise en service en **2029**
- → **Au total** : plus de **160 emplois (directs / indirects)** créés et **700 millions d'euros d'investissement**



# Les métiers et formations à l'hydrogène





**Des recrutements à tous les niveaux de compétences, dans une grande diversité de métiers et sur l'ensemble de la chaîne de valeur**



# Conception, ingénierie, R&D

## Conception, ingénierie, recherche et développement industriel

Libelle Rome	CODE ROME	MÉTIER H <sub>2</sub>
Conception et dessin de produits électriques et électroniques	H1202	Dessinateur projeteur
Conception et dessin produits mécaniques	H1203	
Études et développement informatique	M1805	Ingénieur logiciel / logiciel embarqué
Ingénierie et études du BTP	F1106	Chargé d'affaire travaux
		Ingénieur architecte en génie électrique
		Ingénieur génie thermique
Intervention technique en études et conception en automatisme	H1208	Ingénieur automaticien Technicien automaticien / roboticien
Intervention technique en études et développement électronique	H1209	Électronicien de puissance
		Électronicien

DEF'

Intervention technique en études, recherche et développement	H1210	Technicien chimiste
		Technicien d'essais chargé d'évaluation des produits
		Technicien procédés
Intervention technique en méthodes et industrialisation	H1404	Technicien industrialisation/méthodes
Management et ingénierie de production	H2502	Chief Technical Officer
		Designers / Ingénieur Conception/Architecte Système
		Ingénieur d'exploitation (Manager site)
		Ingénieur gaz
		Ingénieur projet Manager d'activité
Management et ingénierie études, recherche et développement industriel	H1206	Chef de projet
		Chef de projet normalisation et réglementation
		Chercheur / Ingénieur R&D
		Ingénieur chimie
		Ingénieur conception en plasturgie
		Ingénieur conception travaux
		Ingénieur de laboratoire
		Ingénieur électrochimie / Electrochimie
		Ingénieur fluides
		Ingénieur gaz
		Ingénieur hardware / système embarqué
		Ingénieur industrialisation génie industriel
		Ingénieur mécatronique
		Ingénieur procédés/produits
Manager de programme R&D		
Modélisateur		
Responsable d'innovation		
Management et ingénierie méthodes et industrialisation	H1402	Chief Operating Officer
		Ingénieur d'essais / tests
		Ingénieur matériaux

## Opérations (installation, exploitation et maintenance)

Libelle Rome	Code ROME	MÉTIER H <sub>2</sub>
Ajustement et montage de fabrication	H2901	Ajusteur - Monteur
		Opérateur / Technicien de lignes
Câblage électrique et électromécanique	H2602	Monteur Assembleur / Monteur Câbleur / Technicien d'assemblage
Chaudronnerie - tôlerie	H2902	Chaudronnier
		Serrurier Métallier
Conduite d'installation automatisée de production électrique, électronique et microélectronique	H2603	Conducteur de lignes automatisées
Installation d'équipements sanitaires et thermiques	F1603	Plombier-Chauffagiste
Installation et maintenance d'équipements industriels et d'exploitation	I1304	Électromécanicien
		Technicien de maintenance /d'exploitation
		Technicien de maintenance industrielle
Installation et maintenance électronique	I1305	Electrotechnicien
Maintenance électrique	I1309	Electrotechnicien
		Technicien électricité
Maintenance mécanique industrielle	I1310	Technicien mécanicien
Management et ingénierie de maintenance industrielle	I1102	Ingénieur de maintenance
		Ingénieur en mécanique/ Mécanicien
Pilotage d'installation énergétique et pétrochimique	H2701	Opérateur de production sur sites industriels / opérateur consoliste
		Technicien gaz
Pose de canalisations	F1705	Opérateur de travaux
Réalisation et montage en tuyauterie	H2914	Tuyauteur - Canalisateur
Soudage manuel	H2913	Soudeur

## Qualité, environnement, conformité et maîtrise des risques

Libelle Rome	Code ROME	MÉTIER H <sub>2</sub>
Inspection de conformité	H1301	Certificateur
		Chargé d'évaluation de la conformité
Intervention technique en hygiène sécurité environnement -HSE - industriel	H1303	Technicien /Opérateur de contrôle/QSE
		Technicien de test /d'essais
Intervention technique en laboratoire d'analyse industrielle	H1503	Technicien de laboratoire
Management et ingénierie hygiène sécurité environnement -hse- industriels	H1302	Chargé d'études de sécurité
		Ingénieur modélisation des phénomènes dangereux
		Ingénieur sureté de fonctionnement /QSE
Management et ingénierie qualité industrielle	H1502	Ingénieur contrôle commande
		Ingénieur métrologie

Opérations (installation, exploitation et maintenance)



# QHSE, Fonction supports, Usages

Qualité, environnement, conformité et maîtrise des risques		
Libelle Rome	Code ROME	MÉTIER H <sub>2</sub>
Inspection de conformité	H1301	Certificateur
		Chargé d'évaluation de la conformité
Intervention technique en hygiène sécurité environnement -HSE - industriel	H1303	Technicien /Opérateur de contrôle/QSE
		Technicien de test /d'essais
Intervention technique en laboratoire d'analyse industrielle	H1503	Technicien de laboratoire
Management et ingénierie hygiène sécurité environnement -hse- industriels	H1302	Chargé d'études de sécurité
		Ingénieur modélisation des phénomènes dangereux
		Ingénieur sureté de fonctionnement /QSE
Management et ingénierie qualité industrielle	H1502	Ingénieur contrôle commande
		Ingénieur métrologie

Fonctions supports		
Libelle Rome	Code ROME	MÉTIER H <sub>2</sub>
Conseil en organisation et management d'entreprise	M1402	Ingénieur en facteur humain et organisation/ Ergonomes
Conseil et maîtrise d'ouvrage en systèmes d'information	M1802	Ingénieur Data Ingénieur développement/Smart Grids
Management et ingénierie d'affaires	H1102	Développeur d'affaires/ Chargés d'affaires
Relation commerciale grands comptes et entreprises	D1402	Commercial/Account Manager

Usages		
Libelle Rome	Code ROME	MÉTIER H <sub>2</sub>
Conduite de transport de marchandises sur longue distance	N4101	Conducteur de camions de transport d'hydrogène
Conduite de transport de particuliers	N4102	Chauffeur de taxis
Conduite de transport en commun sur route	N4103	Chauffeur de bus, autocars
Conduite sur rails	N4301	Conducteur de train / bateau à hydrogène



**Des compétences  
spécifiques à l'hydrogène  
nécessaires à ces métiers  
classiques**

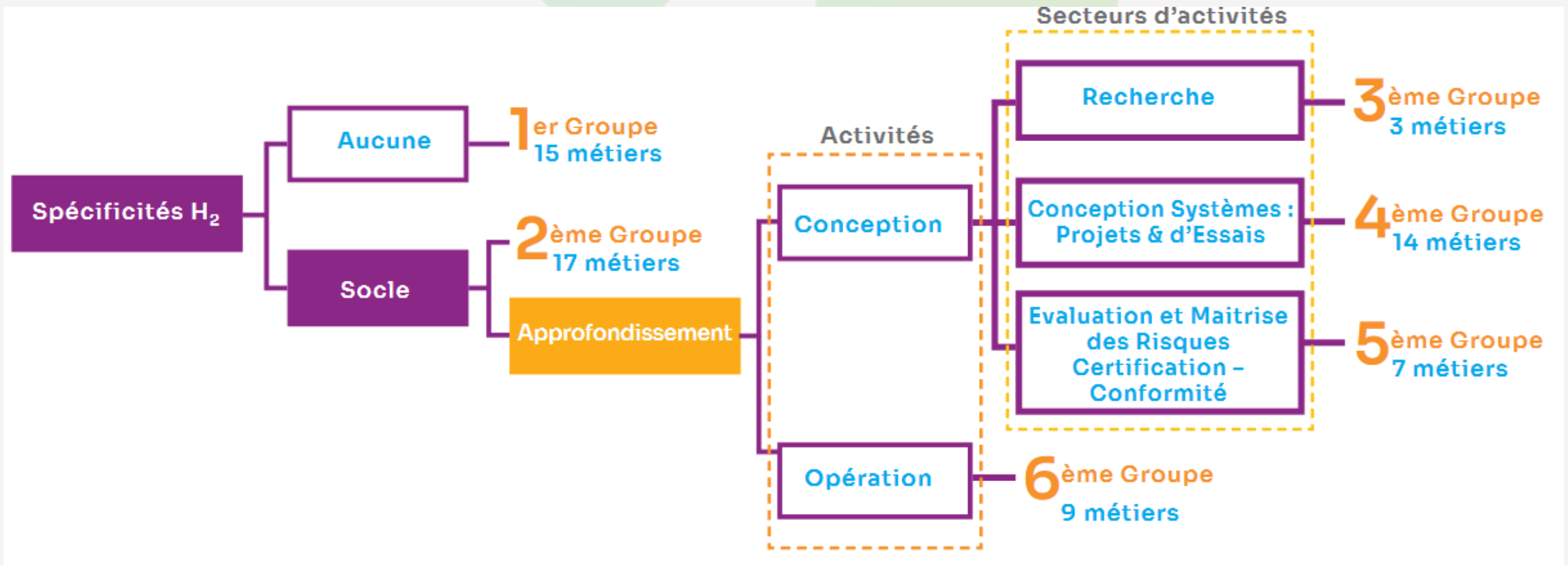
# 4 compétences spécifiques

La réglementation/normes et sécurité

Les matériaux

Les systèmes H<sub>2</sub>

Les hautes pressions



# Adaptation des métiers et compétences (DEF'Hy)

- **2 thématiques traitées en priorité** : la sécurité, réglementation et normes ainsi que les briques technologiques qui composent les principaux systèmes hydrogène
- Structuration des matrices de compétences avec **des niveaux d'expertise spécifiques hydrogène**
- **Positionnement des métiers** en fonction du niveau requis
- **Entretiens individuels et ateliers collectifs** puis relecture et validation par les contributeurs (industriels, organismes de formation, structure de recherche)

## Sécurité, réglementation et normes

Pour garantir les usages et le déploiement de la filière, l'accidentologie et la réglementation doivent être maîtrisées par l'ensemble des acteurs.

*4 niveaux de compétences à maîtriser sont définis :*

- **Niveau 0** : Acculturation aux risques hydrogène
- **Niveau 1** : Évoluer dans un environnement hydrogène
- **Niveau 2** : Intervenir sur une installation hydrogène
- **Niveau 3** : Gérer les risques hydrogène, avec deux sous-dimensions : « prévenir et contrôler les risques » et « encadrer les opérations sur les installations »

## Les briques technologiques

3 principaux systèmes : **les piles à combustible, les électrolyseurs et les stations de recharge en hydrogène.**

**Regroupement des briques technologiques en blocs :**

- **Bloc « gestion du système hydrogène »**  
qui recouvre le fonctionnement et la coordination des différents sous-systèmes : process, exploitation et les consommations en eau et électricité notamment.
- **Bloc « sous-systèmes »**  
Qui intègre les sous-systèmes les plus courants : **le balance of plant, les stockages hydrogène et le stack.**

*4 niveaux de compétences à maîtriser sont définis :*

- **Niveau 0** : Connaissances générales de base
- **Niveau 1** : Métiers des opérations usuelles (installation, exploitation et maintenance)
- **Niveau 2** : Métiers de l'ingénierie et/ou de l'encadrement des activités
- **Niveau 3** : Métiers cœur système H2 (conception et R&D industrielle).



# Exemple de métier : technicien de maintenance

<https://www.youtube.com/watch?v=3gpl7XKDHqY>

# Les ressources disponibles grâce à DEF'Hy





Les partenaires du projet DEF'Hy : France Hydrogène, l'AFPA, EIT Innoenergy, Pôle emploi, RCO-le Réseau des Carif-Oref et Adecco Digital France, ont publié le 14 septembre les résultats du diagnostic et de l'analyse réalisés sur les compétences, métiers et formations de la filière hydrogène.

Mené en six mois, **DEF'Hy** met en lumière la nécessité d'anticiper, de donner de la visibilité et d'innover pour recruter l'ensemble des talents qui permettront à la filière de réaliser son plein potentiel.

- [Communiqué de presse](#)
- [Rapport final complet](#)
- [Synthèse](#)
- [Annuaire des formations hydrogène](#)
- [Replay de l'évènement de clôture du 14 septembre](#)



[Vidéos-portraits métiers](#)

Découvrir les emplois,  
compétences, métiers et  
formations de la filière  
hydrogène

# Les enjeux de la filière

**Des besoins de recrutement évolutifs dans le temps et peu anticipés : une augmentation de 77 % des offres d'emploi entre 2021 et 2022 (5 800 en 2022).**

## Cycles et besoins en recrutements selon les briques industrielles :

	Pic de besoin de recrutement	Ingénieurs	Techniciens
Production d'hydrogène	2026	2025	2027
Fabrication d'électrolyseurs	2025	2024	2026
Cycle de vie station de recharge hydrogène	2024	Besoins immédiats	2025

## Les phases de recrutement



2023-2025

Phase 1 : Innovation et développement

20%

des besoins en techniciens intervenant dans la conception (dessinateur-projeteur, instrumentiste, essais...)



80%

Phase de permitting (recherche de foncier, relation avec les institutions), de conception de maturation des technologies et d'optimisation des procédés, évolution du cadre réglementaire, maillage territorial des stations de recharge hydrogène.

des besoins en ingénieurs

2026-2028

Phase 2 : Ouverture des projets et montée en puissance

40%

des besoins en techniciens. Une montée en puissance des opérations sur les premiers projets ouverts et la mobilité



60%

Phase charnière entre la sortie de certains projets précurseurs, le maillage territorial des stations de recharge qui sera en bonne voie, et le lancement de nouveaux projets. Atteinte de la stabilisation du maillage territorial des stations.

des besoins en ingénieurs

2028-2030

Phase 3 : Industrialisation et capacité de production stabilisée

80%

des besoins en techniciens. Le volume le plus important sera sur les opérations (exploitation et maintenance)



20%

des besoins en ingénieurs

Capacité de production stabilisée, massification et baisse des coûts de l'hydrogène. Plus la filière sera mature, moins le niveau requis de certains métiers sera élevé.

# Les métiers en tension de la filière

20 métiers concentrent 80 % des offres d'emploi émises en 2022 au sein de la filière :

<b>TOP 20 DES MÉTIERS RECRUTES</b>	<b>Nombre d'offres d'emploi</b>	<b>% de l'ensemble des offres de la filière</b>
Chef de projet	1 079	17,0 %
Commercial / Account Manager	576	9,1 %
Technicien de maintenance /d'exploitation	484	7,6 %
Développeur d'affaires / Chargés d'affaires	404	6,4 %
Designers /Ingénieur Conception / Architecte Systèmes	403	6,4 %
Ingénieur procédés / produits	401	6,3 %
Électrotechnicien	254	4,0 %
Modélisateur	173	2,7 %
Technicien de maintenance industrielle	172	2,7 %
Dessinateur projeteur	159	2,5 %
Ingénieur en mécanique / Mécanicien	145	2,3 %
Chercheur / Ingénieur R&D	132	2,1 %
Monteur Assembleur / Monteur Câbleur/Technicien d'assemblage	125	2,0 %
Ingénieur architecte en génie électrique	118	1,9 %
Technicien de test /d'essais	118	1,9 %
Tuyauteur - Canalisateur	104	1,6 %
Technicien mécanicien	95	1,5 %
Électromécanicien	87	1,4 %
Ingénieur gaz	71	1,1 %
Ingénieur sureté de fonctionnement /QSE	69	1,1 %

# Analyse sur les métiers en tension

## UNE ACCÉLÉRATION DES BESOINS EN RECRUTEMENTS (+77 % DEPUIS 2019)

- **Concentration des besoins sur les régions IdF (28 %) et AURA (23 %).**
- **Concentration des recrutements sur les métiers de Conception/Ingénierie/R&D | 51% en 2022 (chef de projet, designer/ingénieur conception, ingénieur procédés/produits, modélisateur, dessinateur –projeteur...) et des Opérations | 29 % en**

2022 (technicien de maintenance/exploitation, électrotechnicien...).

- **Importants besoins également sur les métiers de développement commercial et gestion de la relation client.**
- **Difficulté globale d'anticipation, hors fonctions d'exploitation.**

## DES TENSIONS IMPORTANTES SUR UNE GRANDE MAJORITÉ DES MÉTIERS

- **Impacts majeurs de l'intensité d'embauche sur les métiers des Opérations (60 %).** Tensions renforcées par de multiples facteurs: **durabilité des contrats (soudeur)**, aux conditions de travail (chaudronnier, soudeur, opérateur de production), **spécificités des qualifications requises (électrotechnicien, technicien électricité)**, **inadéquation géographique offre/demande (ajusteur-monteur, consoliste, opérateur de ligne, conducteur de ligne).**

- **Impacts majeurs de l'indisponibilité de la main-d'œuvre sur les métiers de la Conception/Ingénierie/R&D (74 %).** Tensions renforcées par la **spécificité des formations requises (dessinateur-projeteur, électronicien)** et de l'**inadéquation géographique offre/demande (dessinateur-projeteur, ingénieur/technicien automatismes, électronicien).**

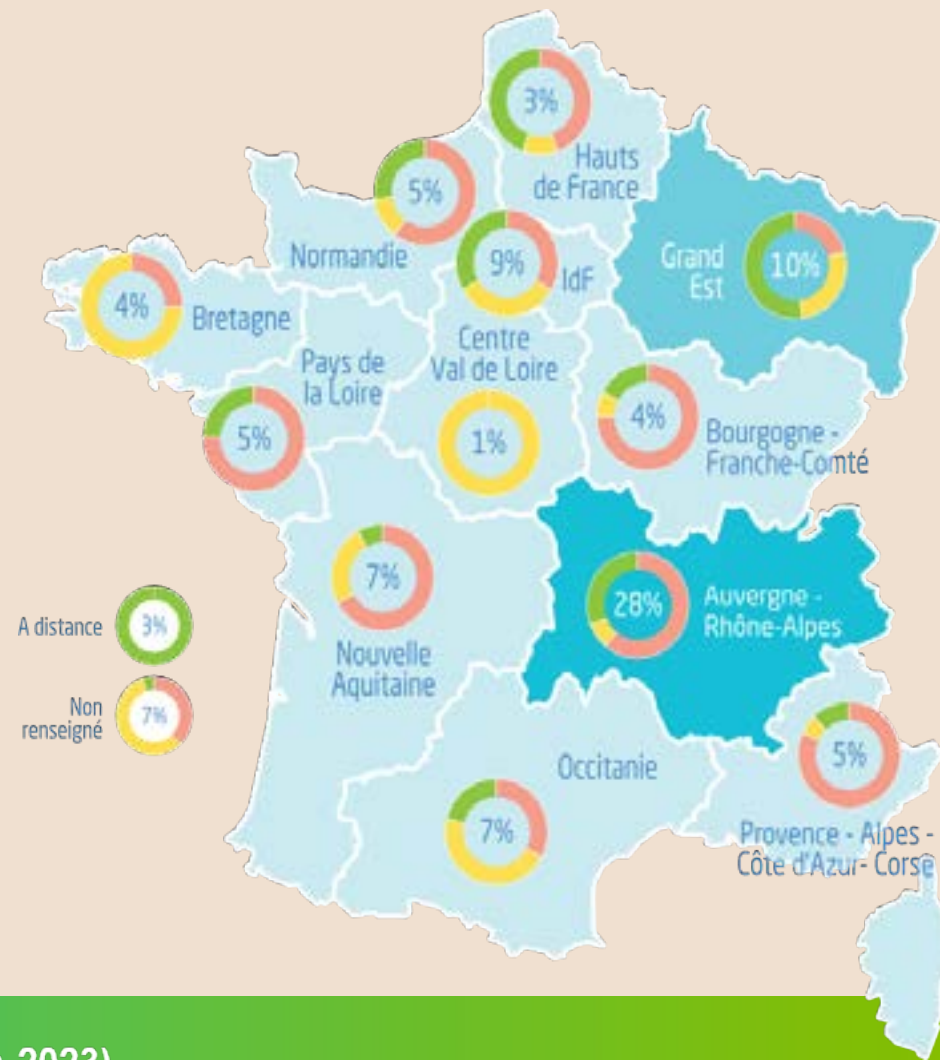


## 10 SECTEURS D'ACTIVITÉ PRIORITAIRES POUR SOURCER LES FUTURS TALENTS DE LA FILIÈRE

	Conception, ingénierie, recherche et développement industriel	Opérations (installation, exploitation et maintenance)	Qualité, environnement, conformité et maîtrise des risques	Fonctions supports
Fabrication de matériels de transport	1	3	4	nc
Production et distribution d'électricité; de gaz; de vapeur et d'air conditionné	2	5	2	4
Métallurgie et fabrication de produits métalliques à l'exception des machines et des équipements	3	1	5	3
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique ainsi que d'autres produits minéraux non métalliques	4	6	3	6
Fabrication de machines et équipements n,c,a	5	4	7	2
Transports et entreposage	6	2	1	nc
Fabrication d'équipements électriques	7	7	6	7
Télécommunications	8	nc	nc	1
Travail du bois; industries du papier et imprimerie	9	9	nc	5
Cokéfaction et raffinage	10	8	8	nc

# Etat des lieux formation

- Des acteurs de la formation qui ont « **coloré** » les **programmes existants** (principalement sur des niveaux bac + 4/5) et des industriels qui assurent leur propre montée en compétence avec une offre de formation centrée sur les régions **Grand Est et AURA**;
- Une **pluralité d'acteurs mobilisés** (universités, organismes de formation spécialisés, entreprises, branches professionnelles...) mais une **pénurie de formateurs** qui peut constituer un frein au développement de la filière.
- **Tous les domaines de compétences sont couverts mais de manière hétérogène** :
  - De nombreuses offres sur les systèmes H2 (surtout les PEM)
  - Une offre qui reste insuffisante sur **l'architecture conception, la maintenance des équipements, la sécurité & risques.**



## Chiffres-clés de l'offre de formation (juin 2023)

- **216 offres de formation** recensées / 349 sessions sur toute la France.
- **75 formations certifiantes** dont 56 % de formations bac + 5.
- **4 formations sur 10** comportent le mot **hydrogène** dans leur intitulé.
- **68 % des formations existent en 2023**, 32 % à horizon deux ans.
- **36 % d'une durée inférieure à 1 semaine.**
- **26 % de l'offre concerne des modules de sensibilisation** / 44 % des formations cœur\*.
- **25 % des formations sont accessibles en apprentissage**

# Chiffres-clés de l'offre de formation (juin 2023)

- **216 offres de formation** recensées et 349 sessions sur toute la France.
- **75 formations certifiantes** dont 56 % de formations bac + 5.
- **4 formations sur 10 comportent le mot hydrogène** dans leur intitulé.
- **68 % des formations existent en 2023**, 32 % existeront à horizon deux ans.
- **36 % des formations sont d'une durée inférieure à 1 semaine.**
- **26 % de l'offre concerne des modules de sensibilisation\*** et 44 % des formations cœur\*.
- 25 % des formations sont accessibles par apprentissage.

\* Trois typologies de formation ont été distinguées :

- les formations cœur hydrogène mènent directement vers un métier de la filière ;
- les formations connexes à l'hydrogène sont des formations généralistes nécessitant un verni complémentaire H<sub>2</sub> ;
- les formations de sensibilisation à l'hydrogène sont des formations de type découverte.

# Préconisations

## 4 Diversifier les modes de recrutement et individualiser les parcours pour amener des publics différents vers la filière hydrogène

- S'ouvrir à des **profils atypiques** par la mise en œuvre de partenariats avec des organismes d'accompagnement à l'emploi de publics spécifiques.
- **Diversifier les modalités de recrutement** (MRS, CDI intérimaire) et créer des parcours de formation préalable au recrutement (AFPR), de préparations opérationnelles à l'emploi (POE).

## 5 Donner de la lisibilité et de la cohérence à l'offre de formation et faciliter l'accès aux formations qualifiantes / certifiantes

- **Faciliter l'accès à la certification et à la qualification** : en facilitant les démarches d'inscription aux RNCP et RS et en mutualisant avec des acteurs tels que les **Campus des métiers et des qualifications** et les projets types « **incubateurs** » du ministère chargé de l'emploi
- Accélérer le développement de l'offre grâce au **recensement et à la mutualisation d'équipements pédagogiques**
- **Développer la lisibilité de l'offre** grâce à la création d'un **outil de suivi automatisé** de l'offre de formation



# 10 propositions concrètes



Créer un observatoire des métiers et compétences de la filière hydrogène.



Créer un annuaire dynamique des formations hydrogène, avec les formations, les débouchés métiers, les moyens techniques mobilisés, les dates et places de sessions.



Créer une fresque de l'hydrogène pour sensibiliser les différents publics aux enjeux et débouchés de la filière.



Créer et animer une communauté de pratiques sur les formations hydrogène (DRH, responsables de formations, formateurs...).



Créer un réseau d'ambassadeurs métiers entreprises pour promouvoir la filière au sein des collèges, lycées et partager des bonnes pratiques entre entreprises.



Faciliter les démarches d'inscription aux RNCP et RS sur le modèle des incubateurs.



Formaliser des parcours de reconversion basés sur la transférabilité des compétences - Pass métiers.



Créer des campus territoriaux hydrogène interentreprises.



Mettre en place un label formation sécurité H<sub>2</sub>.



Créer des CFA dédiés hydrogène

**Accompagnement en matière de formation  
professionnelle de la filière hydrogène**





**1 chiffre (source ADEME) :**

+ 67 700 ETP dans les filières de la transition énergétique créés à l'horizon 2050, dans notre région.

**1 enjeu :**

Répondre aux enjeux de la formation professionnelle de la filière hydrogène et plus globalement aux enjeux de la décarbonation de l'industrie

**Notre défi collectif :**

Réussir le défi du développement des compétences des métiers d'avenir en adaptant et en créant les formations nécessaires au développement de cette nouvelle filière



# Le défi de la formation professionnelle pour répondre aux enjeux de la filière hydrogène

## Quelques éléments chiffrés

- 64 810 entrées en formation en 2023, tous dispositifs confondus.
- 42,27% d'entrées concernant des demandeurs d'emploi de moins de 30 ans.
- Un programme régional de formation pour les publics les plus fragiles : 23,16% de bénéficiaires du RSA, 11,41% de personnes en situation de handicap, 31,39% de jeunes de moins de 26 ans et 27,10% de demandeurs d'emploi de longue durée.

**En 2023, 80M€ consacrés au secteur de l'industrie avec près de 6600 personnes formées.**

Un effort soutenu et croissant en 2024 en ciblant prioritairement les PME-TPE sur des métiers industriels en tension



# Le défi de la formation professionnelle pour répondre aux enjeux de la filière hydrogène

## 4 axes majeurs de l'accompagnement régional

1. Adapter et enrichir l'offre de formation auprès des publics demandeurs d'emplois afin de s'assurer qu'ils disposent des compétences nécessaires aux exigences des employeurs de la filière hydrogène

2. Répondre, par la formation, aux besoins de la filière en associant les entreprises en amont du processus de la formation. L'effort de la formation reste soutenu pour répondre aux enjeux de transitions écologiques et environnementales, en lien avec la dynamique REV3.

3. Adapter l'offre de formation en intégrant un sas préparatoire en amont de l'action qualifiante pour permettre l'inclusion des publics fragiles.

4. Favoriser la féminisation des formations dans l'industrie, avec l'appui du CORIF



# Le défi de la formation professionnelle pour répondre aux enjeux de la filière hydrogène

NOUVEAUTÉ

Depuis la séance plénière du 01/02/2024, le dispositif « **Soutenir les Organisations et les Branches pour l'Emploi et les Compétences** » (**SOBEC**) a été créé en lieu et place d' « Appui aux contrats de Branches » et renforce les possibilités de soutenir les actions partenariales en lien avec la stratégie et la feuille de route rev3. Ce cadre permet de soutenir, jusqu'à hauteur de 50 % des dépenses éligibles, les projets s'inscrivant dans l'un ou l'autre des 5 axes suivants :

- Volet 1 : appui à la connaissance des secteurs d'activité, de leurs problématiques et de leurs besoins ;
- Volet 2 : accompagnement des dirigeants sur les leviers de la formation et de l'emploi en lien direct avec les transitions énergétiques, économiques et sociétales ;
- Volet 3 : soutien aux événements territoriaux, sectoriels et intersectoriels « emploi-formation » ;
- Volet 4 : information et formation aux métiers émergents grâce aux plateaux techniques ;
- Volet 5 : accompagnement des filières d'avenir

# H2

## Projets expérimentaux

L'offre « Incubateurs »  
Mission Nationale de Service Public



# Plan de marche hydrogène

De la démarche R&D au développement  
des partenariats et des projets:

- Partenariat avec France Hydrogène
- Les incubateurs de compétences et « adaptation » hydrogène
- AMI CMA
- Le projet Green SKHy

2016 -2021

DÉMARCHE R&D

MAI 2022

PARTENARIATS  
AVEC FRANCE  
HYDROGÈNE

DÉCEMBRE 2022  
LANCEMENT DU 1<sup>ER</sup>  
INCUBATEUR H2 À  
DUNKERQUE

JANVIER 2024  
PROJET GREEN  
SKHY

# Les Incubateurs

## Rappel du cadre réglementaire



France  
Travail

 MINISTÈRE  
DU TRAVAIL,  
DE L'EMPLOI  
ET DE L'INSERTION

Délégation générale  
à l'emploi et à la  
formation professionnelle

### LES INCUBATEURS DU MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE L'INSERTION

Les filières d'avenir, les métiers rares, les transitions énergétique et numérique, l'accélération des évolutions technologiques organisationnelles et réglementaires nécessitent, dans certaines situations, d'accompagner autrement les entreprises et les territoires pour leur permettre de trouver immédiatement des personnels qualifiés sans attendre qu'une offre de certification nationale stabilisée leur soit proposée.

Dans la continuité des projets R&D initiés dans le cadre des travaux sur les titres professionnels, le projet incubateur prend toute sa place, car il permet d'accompagner en dynamique et durant toute la phase de stabilisation du besoin les secteurs concernés.

### L'objectif des projets Incubateur est double :

Accompagner le développement des filières d'avenir ou des métiers de niche.

Sécuriser les bénéficiaires, en proposant un parcours de formation qui garantit une reconnaissance des compétences acquises et permettre l'accès à une certification nationale si une création ou une adaptation d'un titre professionnel est mise en œuvre.

# Les Incubateurs

## Rappel du cadre réglementaire



La DGEFP a chargé l'AFPA de mettre en œuvre des incubateurs permettant d'expérimenter et de valider des compétences émergentes au service de filières métiers et de la politique du titre professionnel.

Il s'agit de parcours de formation « grandeurs réelles » à des métiers émergents, débouchant sur des qualifications pressenties pour pouvoir devenir des titres professionnels.

Les entreprises, sollicitées comme partenaires, sont impliquées dès l'amont du projet et sont présentes tout au long de sa mise en œuvre. Ceci afin de garantir l'adéquation des compétences définies avec la réalité des nouveaux besoins desdites entreprises.

Des comités de pilotages réguliers, organisés par les DREETS, permettent d'ajuster et de valider les contenus de parcours. A ces comités, sont présents, outre la DREETS, les entreprises, les partenaires institutionnels, des branches et syndicats professionnels, des partenaires de formation spécialisés et l'AFPA.

Les entreprises partenaires accueillent les stagiaires pour leurs périodes en entreprise (3 à 8 semaines). C'est un temps important pour analyser et affiner l'adéquation des compétences.



# Les Incubateurs

## Rappel du cadre réglementaire

Afpa + Entreprises 

Choix des compétences  
Création parcours de formation

Retours d'expériences  
Analyse critique  
Propositions d'ajustements

Bilan de l'action  
Synthèse des évolutions

Avant

Pendant

Fin



**COFIL DREETS :**  
*Entreprises, Afpa  
Autres partenaires*

Présentation du projet  
Validation



Plusieurs **COFIL** intermédiaires

Bilans intermédiaires  
Ajustements  
Validation



Bilan du projet  
Validation



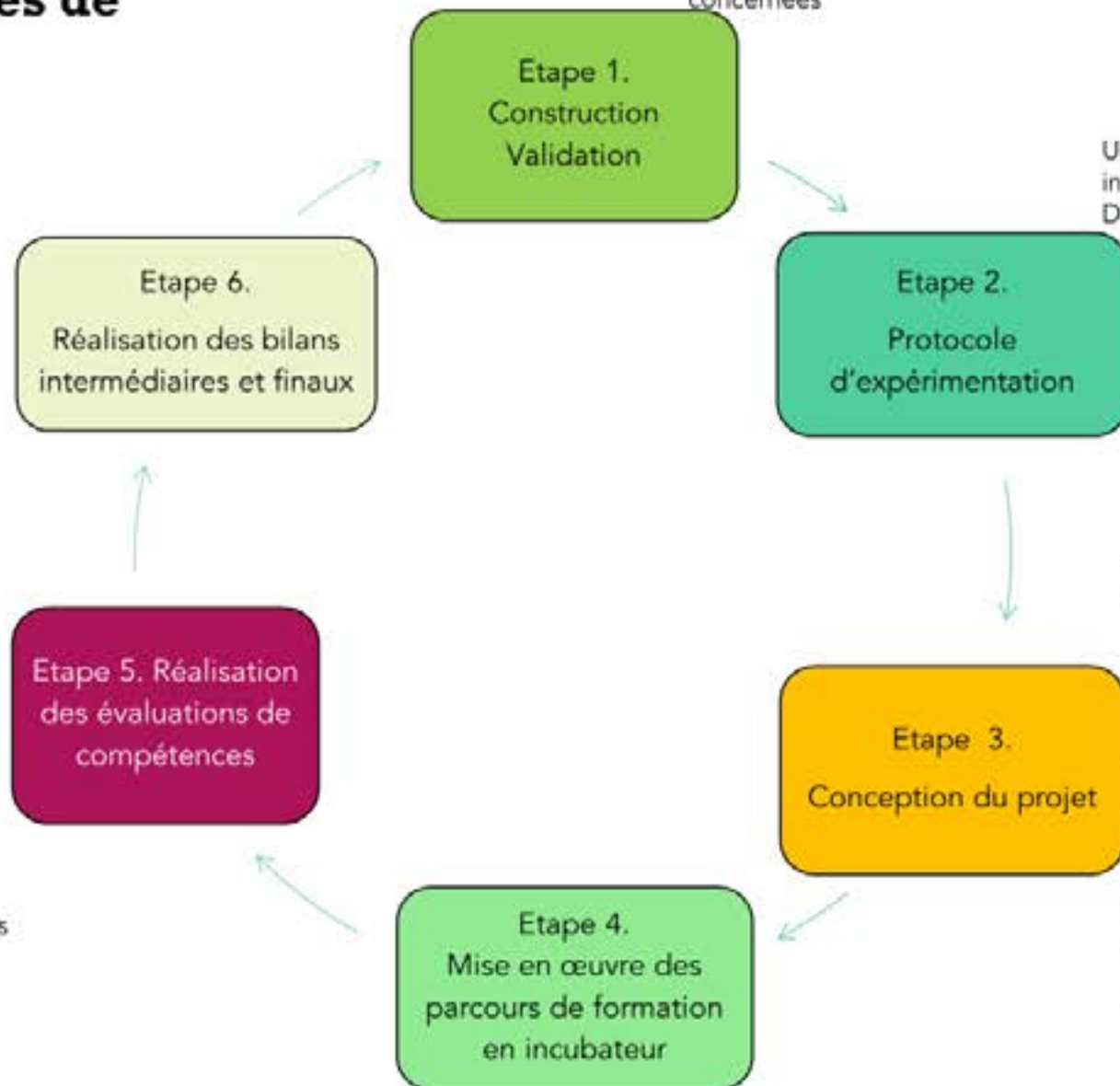
# Les Incubateurs

## Principales étapes de mise en œuvre

- Chaque incubateur donnera lieu à un bilan final en fin d'année ou à un bilan intermédiaire si l'incubateur se prolonge l'année suivante.
- Chaque incubateur donnera également lieu à un suivi des stagiaires dans les six mois suivant la formation.

### Prestations et services :

- Conventonnement avec les partenaires
- Affichage de l'offre et information des prescripteurs
- Aménagement des plateaux techniques
- Identification des intervenants et éventuelles formations préalables
- Recrutement des stagiaires
- Mise en place de l'ensemble des services associés : hébergement, restauration, rémunération
- Déroulement des parcours



Fiche d'analyse pour aide à la décision.  
Validation par la DGEFP qui informe les DREETS et les CPC concernées

Un protocole d'expérimentation par incubateur est établi par l'AFPA avec la DGEFP et les partenaires

### Pour chaque incubateur :

- Référentiel de compétences élaboré sur la base des études R&D réalisées en amont, des notes Veille Emploi Formation, des enquêtes, des visites diagnostics en entreprises, etc...
- Référentiel d'évaluation et épreuves d'évaluation
- Scénario pédagogique et ressources pédagogiques
- Descriptif du plateau technique
- Documents de traçabilité
- Fiche de communication du produit destinée aux partenaires
- Fiche de communication destinée aux candidats aux formations en incubateur



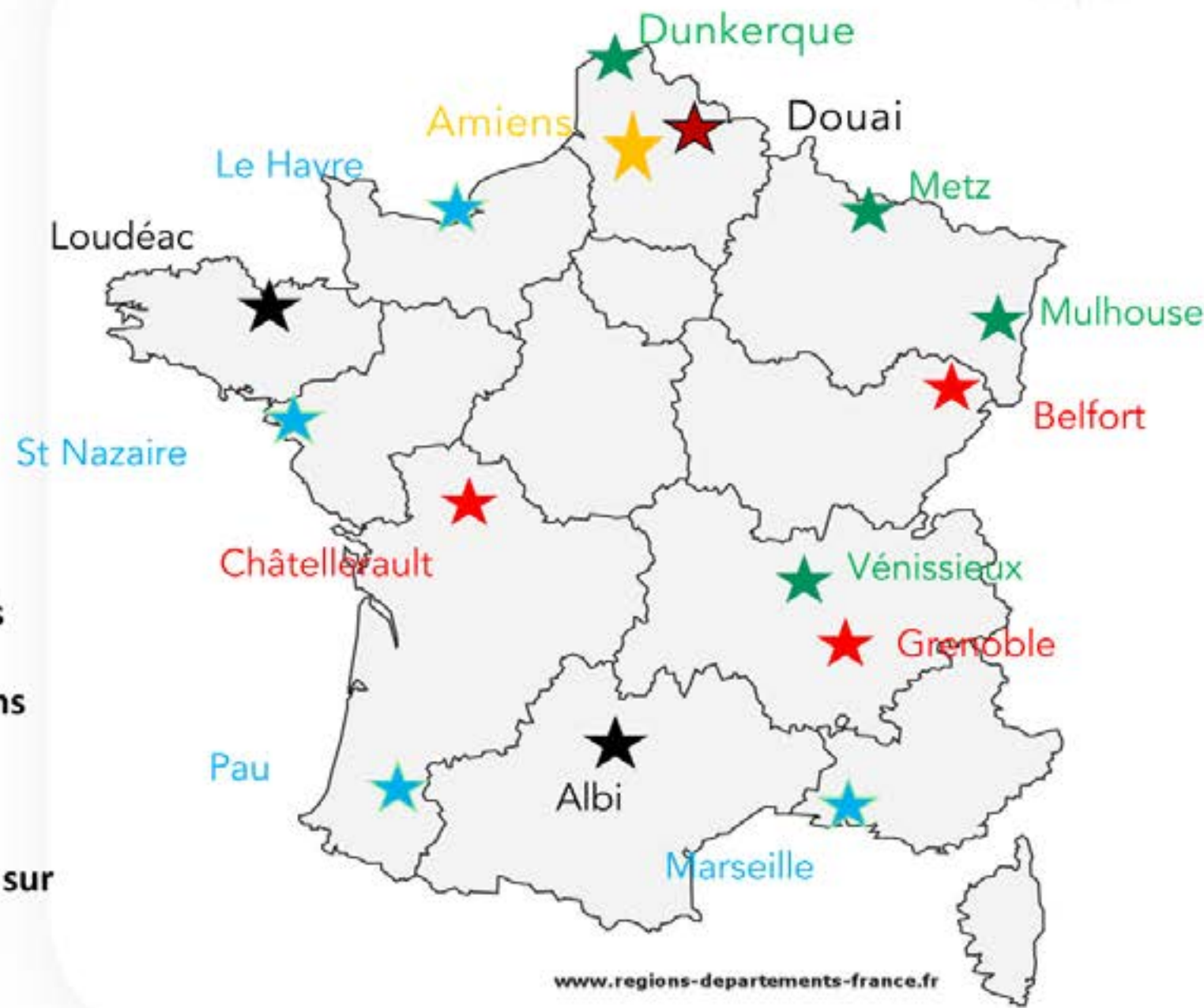
Projets expérimentaux sur des  
formations innovantes

« Les Incubateurs Hydrogène »



# INCUBATEURS H2

-  Responsable technique d'installations hydrogène
-  Technicien supérieur de maintenance industrielle option hydrogène
-  Technicien supérieur véhicules industriels hydrogène et nouvelles énergies
-  Technicien de véhicules industriels Urbains hydrogène et nouvelles énergies
-  Transformation des métaux : soudage, tuyauterie, chaudronnerie H2 énergies
-  Monteur en tuyauterie et chaudronnerie sur sites sensibles sécurisés (H2 /nucléaire)



# Les Incubateurs H2

Plus, de 30 entreprises partenaires



# Incubateurs H2

## Production et Maintenance

## Responsable Technique d'installations Hydrogène Afpa<sup>®</sup> RTIH (niv 5)

12mois dont 8 semaines en entreprise



### Piloter une installation d'hydrogène

- C1 - Démarrer, conduire et arrêter en sécurité une installation de production ou de distribution d'hydrogène
- C2 - Vérifier la conformité de la production d'hydrogène et les indicateurs de performance
- C3 - Organiser et mettre en œuvre les visites de contrôle de stations de production et de distribution d'hydrogène

### Réaliser la maintenance préventive et le dépannage d'une installation d'hydrogène en situation de production

- C4 - Réaliser la maintenance préventive d'une installation d'hydrogène
- C5 - Repérer la fonction technique défectueuse sur une installation d'hydrogène
- C6 - Dépanner en sécurité des équipements par échange standard sur une installation hydrogène

Régions	Démarrage
HDF : Dunkerque	1 <sup>ère</sup> 19/12/22 – 27/10/23 2 <sup>ème</sup> 05/02/24- 17/01/2025
AURA : Vénissieux	23 Sept 2024
Grand Est: Metz/Mulhouse	16/10/23 – 26/07/24 Mets

# Incubateurs H2

## Production et Maintenance



## Technicien supérieur de maintenance industrielles

### TSMI H (Niv 5) complément au titre professionnel existant

11 mois dont 8 semaines en entreprise

Afpa

- Intervenir en sécurité sur les équipements industriels pluri-technologiques (Mécanique, électrotechnique, pneumatique, hydraulique, automatisme avec un focus sur les spécificités des installations hydrogène (Atex, électrolyseurs, piles à combustible, osmoseur, séchage, purification...))
- Réaliser en sécurité la maintenance industrielle préventive et curative de niveaux 1 à 5 (+ Option Hydrogène – Install frigorifiques, tubes hautes pressions, compression, fuites ...)
- Établir un diagnostic en cas de dysfonctionnement de l'installation
- Assurer la gestion et l'organisation du plan et de la stratégie de maintenance de l'entreprise et suivi sur logiciel GMAO des opérations à effectuer.
- Proposer des améliorations techniques et organisationnelle, fiabilisation des équipements, maintenabilité des équipement, sécurité des tiers...)

Régions	Démarrage
AURA : Grenoble Pont de Claix	22/12/23- 19/12/2024
Nouvelle Aquitaine : Châtelleraut	02/10/2023 - 13/09/2024
Bourgogne / Franche Comté : Belfort	02/04/2024- 29/03/2025

# Incubateurs H2

## Mobilité Véhicules lourds



*Incubateur d'origine :  
monteur mécanicien véhicules lourds  
hydrogène (niveau 3)*

Régions	Démarrage
Hauts de France : Douai <b>TVIUH_NE</b>	Décembre 2024
Occitanie : Albi	
Bretagne: Loudéac	2025

## Technicien de véhicules industriels urbains hydrogène et nouvelles énergies

Afpa

**TVIUH-NE (niv 4) 8 mois dont 5 semaines en entreprise**

Organiser et gérer les opérations de maintenance des véhicules industriels:

- C1 Prendre en charge les véhicules à motorisation électrique
- C2 Prendre en charge les véhicules à motorisation thermique et hybride
- C3 Prendre en charge les véhicules à stockage de carburant sous haute pression

Réaliser les opérations de diagnostic et de réparation du groupe motopropulseur :

- C4 Réaliser le diagnostic et la réparation des groupes motopropulseurs électriques
- C5 Réaliser le diagnostic et la réparation des groupes motopropulseurs thermiques à stockage de carburant basse pression
- C6 Réaliser le diagnostic et la réparation des groupes motopropulseurs à stockage de carburant haute pression

Réaliser le diagnostic et la réparation des équipements des véhicules :

- C7 Réaliser le diagnostic et la réparation des ouvrants et des plateformes pour les personnes à mobilité réduite (PMR)
- C8 Réaliser le diagnostic et la réparation des systèmes d'aide à la conduite (ADAS)
- C9 Réaliser le e-diagnostic et la configuration des systèmes châssis de liaison au sol, freinage, suspension et direction



# Incubateurs H2

## Mobilité Véhicules lourds



*Incubateur d'origine :  
monteur mécanicien véhicules lourds  
hydrogène (niveau 3)*

Régions	Démarrage
Hauts de France : Douai	
Occitanie : Albi	2 <sup>ème</sup> semestre 2024
Bretagne: Loudéac	2025

## Technicien supérieur véhicules industriels Hydrogène et nouvelles énergies TSVIHNE (niv5)



9 mois 1330h dont 5 semaines en entreprise

Gérer les activités de maintenance des véhicules industriels nouvelles énergies

- C1 Gérer l'entretien périodique et la préparation aux contrôles réglementaires des véhicules industriels
- C2 Réaliser en réception le pré-diagnostic et la mise en sécurité des véhicules industriels
- C3 Réaliser des supports mécanosoudés et des éléments de canalisation haute et basse pression pour la réparation
- C4 Diagnostiquer et remédier aux dysfonctionnements des mécanismes de freinage, suspension et direction des véhicules industriels

Réaliser le diagnostic, la réparation et la transformation des systèmes électriques, pneumatiques et hydrauliques des véhicules industriels

- C5 Diagnostiquer et réparer les systèmes pneumatiques de freinage et de suspension des véhicules industriels
- C6 Réaliser le diagnostic et la réparation des systèmes à asservissement hydraulique des véhicules industriels
- C7 Réaliser le diagnostic, la réparation et l'adaptation des systèmes électriques embarqués des véhicules industriels
- C8 Réaliser le diagnostic, la réparation et l'adaptation des systèmes pneumatiques de servitude des véhicules industriels

Diagnostiquer et remédier aux dysfonctionnements des groupes motopropulseurs motorisations électriques, hybrides et hydrogène

- C9 Diagnostiquer et remédier aux dysfonctionnements de la transmission des véhicules industriels
- C10 Diagnostiquer et remédier aux dysfonctionnements des motorisations électriques des véhicules industriels
- C11 Diagnostiquer et remédier aux dysfonctionnements des motorisations à combustion interne
- C12 Diagnostiquer et remédier aux dysfonctionnements du stockage de carburant sous pression

# Incubateurs H2

## Transformation des métaux



## Pôle transformation des métaux « adaptation Afpa<sup>®</sup> hydrogène »

(complément aux titres existants)

L'adaptation des formations de la transformation des métaux a pour objectif de répondre aux besoins en compétences des entreprises de fabrication des électrolyseurs, de production, de distribution et de stockage de l'hydrogène.

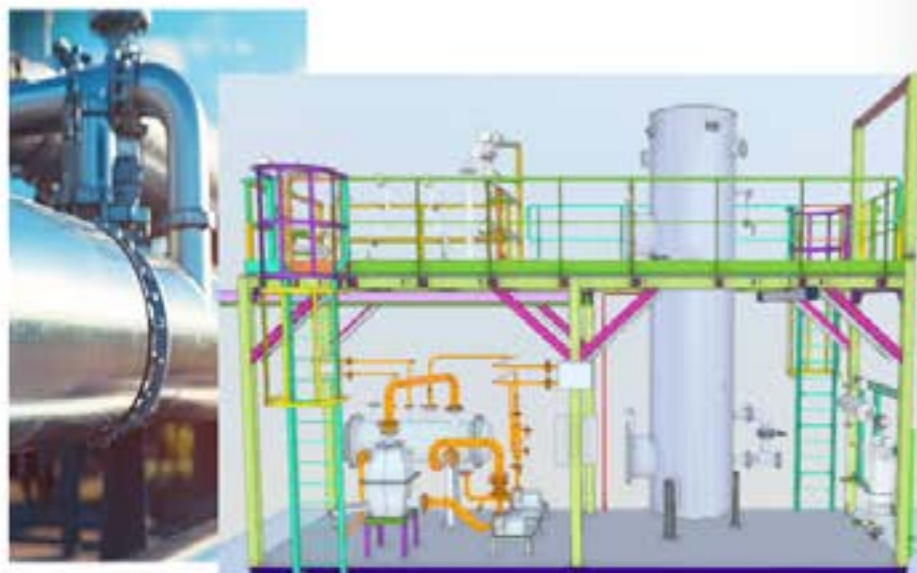
Les formations adaptées hydrogène sont:

- Tuyauteur industriel H<sub>2</sub> énergies
- Soudeur assembleur industriel H<sub>2</sub> énergies
- Soudeur TIG électrode enrobée H<sub>2</sub> énergies
- Agent de fabrication et montage en chaudronnerie H<sub>2</sub> énergies
- Technicien en chaudronnerie H<sub>2</sub> énergies

Centres	Régions	Démarrage
Pau	Nouvelle Aquitaine	26/02/23 -22/9/23 (STEE) 2 <sup>ème</sup> : 09/10/23
Marseille	PACA	17/04/23 – 22/12/23 (STEE)
Saint-Nazaire	Pays de la Loire	13/03/23 – 06/10/23 (SAI)
Le Havre	Normandie	04/10/23 – 19/04/23 (STEE)

# Incubateurs H2

Transformation des métaux



## Monteur en tuyauterie et chaudronnerie sur sites sensibles sécurisés

**MTC3S** (niv 3) (630h dont 4 semaines en entreprise)

L'incubateur.

Développement des compétences techniques dans le montage de tuyauteries et d'ouvrages chaudronnés sur Sites Sensibles et Sécurisés (**Hydrogène, Nucléaire, Pétrochimie et autres sites SEVESO**).

Aspects réglementaires:

- CACES nacelle B
- Habilitation: risque explosif ATEX 0, risque chimique N1 GIES, espace confiné CATEC, Électrique H0B0
- PRAP- SST
- Jointage GTIS ...

Exercices Pratiques grandeur nature sur maquette pédagogique,  
Travail en mode chantier,

Régions:

HDF : Amiens

PACA : Istres

Grand Est: Saint Avolt

Démarrage

4eme trimestre 2024

23 Sept 2024

16/10/23 – 26/07/24 Mets



# Projet GREEN SKHY

## Projet européen GREEN SKHy

### Projet 2024-2026 INTERREG North-West-Europe pour les compétences hydrogène

Consortium de 17 membres, université. et OF mené par l'Afpa associant également 80 entreprises, SPE et collectivités

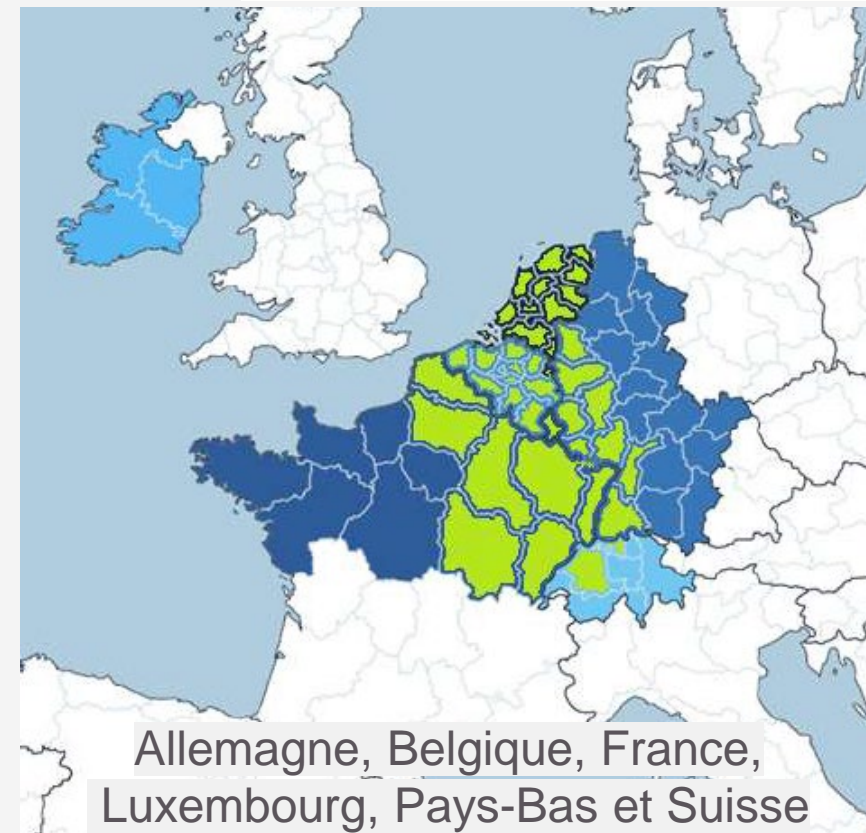
#### Objectifs :

- Lever les obstacles au développement du secteur H2, notamment en termes de certification des systèmes et des compétences ;
- Développer un réseau mobile d'installations de formation dédiées à l'hydrogène ;
- Assurer la montée en compétences et en connaissance des acteurs de la filière et des multiplicateurs.

Pour suivre toutes les actus du projet :

<https://www.afpa.fr/actualites/green-skhy-competences-hydrogene>

<https://greenskhy.nweurope.eu/>



# Projet GREEN SKHy : partenaires associés



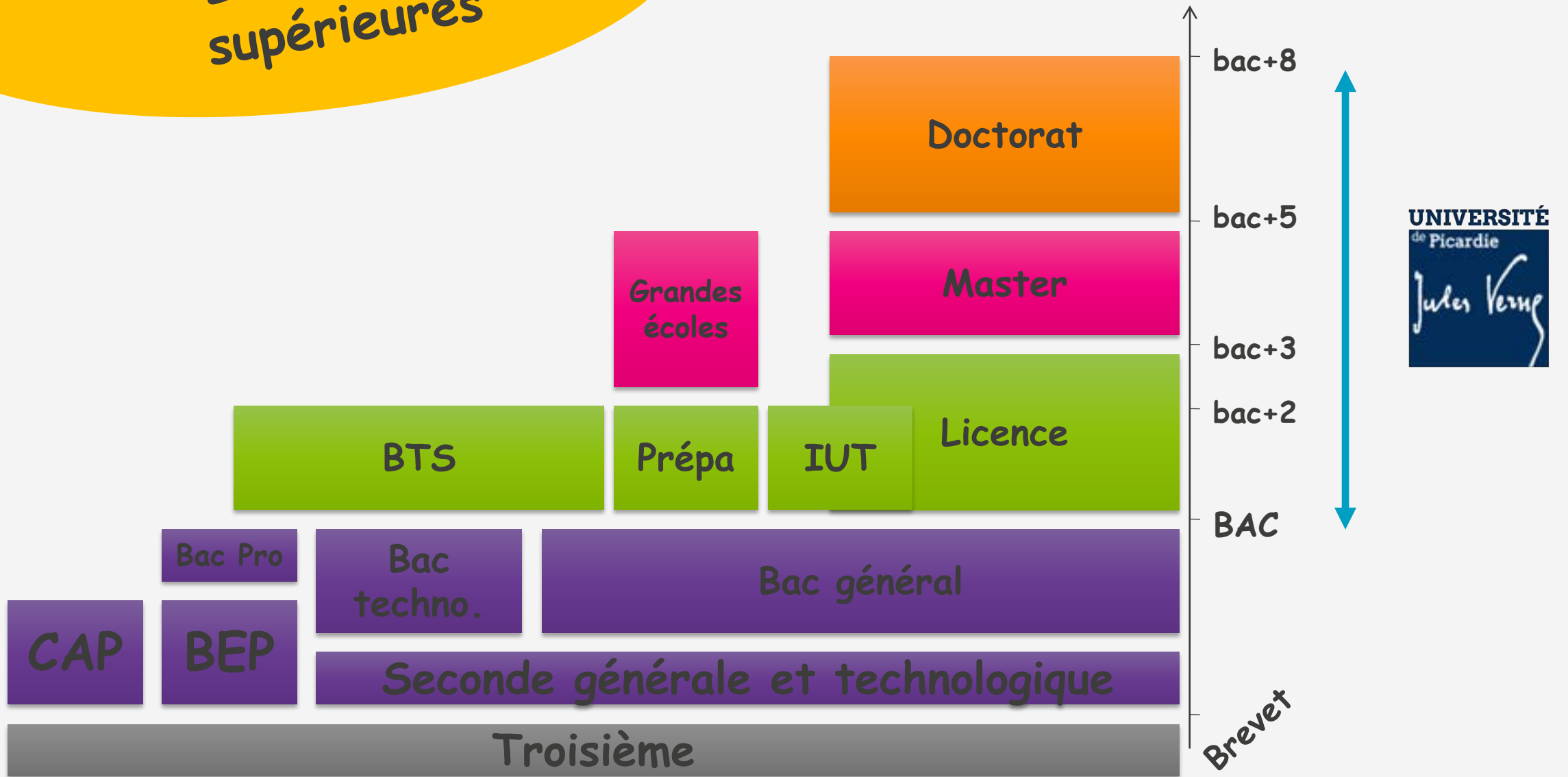
# La filière hydrogène : La formation à l'Université de Picardie Jules Verne

Raphaël JANOT

Chargé de Recherche CNRS



# Les études supérieures





Licence de Chimie  
- Introduction à la filière hydrogène



Master Chimie : Chimie durable – Matériaux (CDMat)  
&



Master Erasmus Mundus MESC+ (Materials for Energy Storage and Conversion)

### Module « Filière hydrogène »

H<sub>2</sub> comme vecteur énergétique : 30 h (CM, TD et TP)

- Production de H<sub>2</sub> (vaporeformage, électrolyse, etc....)
- Distribution/transport
- Stockage de H<sub>2</sub> (gaz, liquide.... et solide)

# La formation à la recherche dans le domaine de l'hydrogène : le doctorat

**Matthias Jollain**

Doctorant de première année au  
Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides à Amiens  
Université de Picardie Jules Verne



# Qu'est-ce que le doctorat ?

Formation à la recherche par la recherche.

Formation de **3 ans à la suite d'un master ou diplôme d'ingénieur**





Objectifs :

- > Développer de **solides connaissances dans un domaine de recherche**
- > Développer une **méthodologie pour gérer un projet de recherche**





## Exemple du stockage de l'hydrogène

Les objectifs pour le stockage de l'hydrogène:

- > **Sécurité** 
- > Quantité importante d'hydrogène disponible (par unité de volume et de masse)
- > Réversibilité du stockage 

Le stockage actuel:

- > Sous pression (200-700 bar) → **Manque de sécurité** 
- > Sous forme liquide (-273°C) → **Grande consommation d'énergie pour la liquéfaction** 

# Exemple du stockage de l'hydrogène

	Matériaux poreux	Alliages métalliques	Hydrures complexes
Capacité massique	Bonne (5 %)	Faible (max 2 %)	Bonne (Jusque 6 %)
Capacité volumique	Faible (20-30 gH <sub>2</sub> /L)	Bonne (> 100g H <sub>2</sub> /L)	Bonne
Température de travail	Très basse (-196°C)	Moyenne	Moyenne (T° < 200°C)
Réversibilité	Très bonne	Bonne	Mauvaise (partielle)



Recherche sur les hydrures complexes car prometteurs

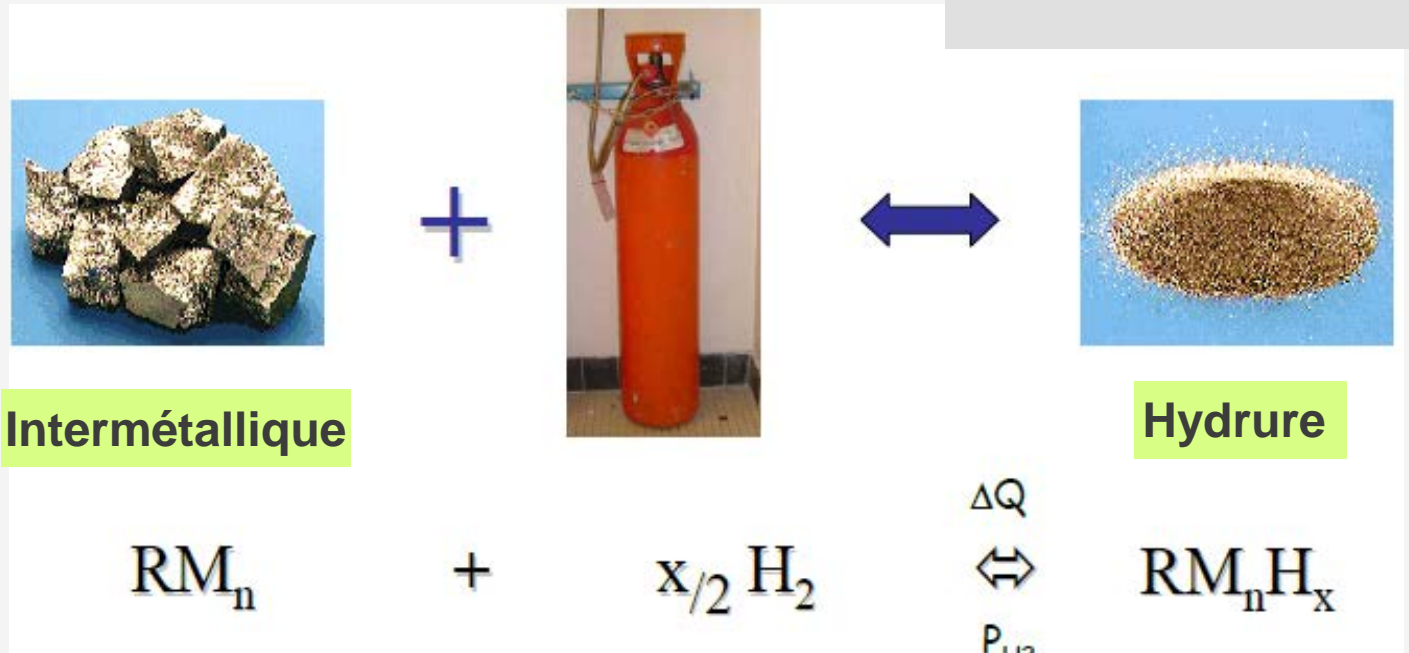
# Le stockage de l'hydrogène

Stockage de H<sub>2</sub> :  
technologie mature = gaz 700 bar



Développement d'hydrures pour « stockage solide »

Mais encore beaucoup de R&D



*Réaction réversible à température et pression modérées*

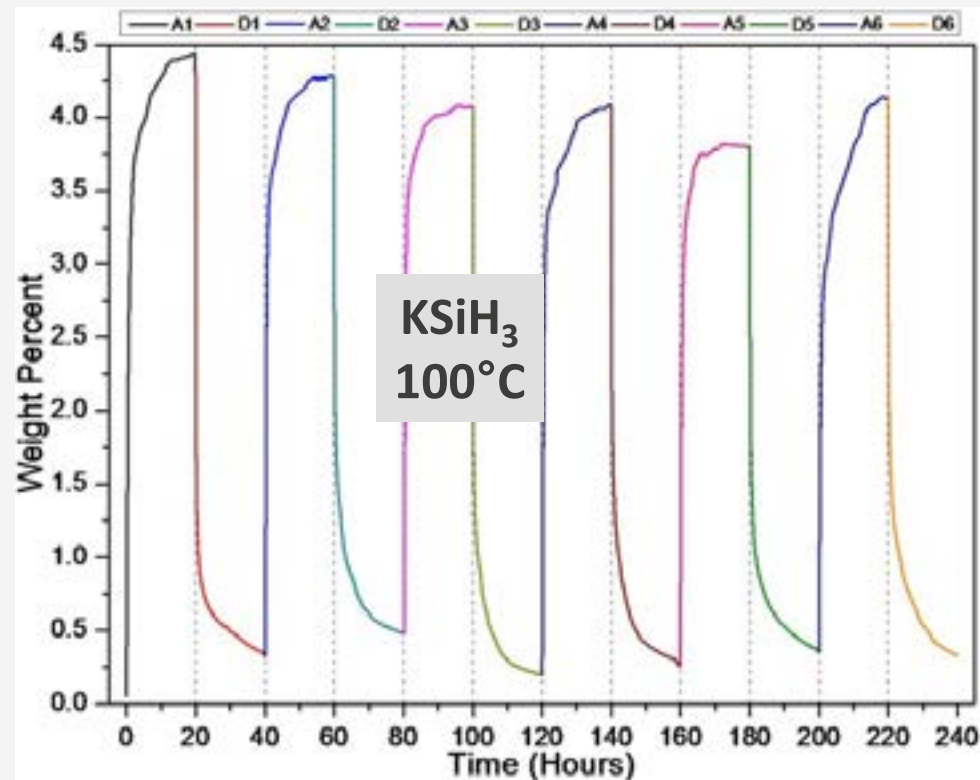


## Etude de nouveaux hydrures



4.3 % massique H<sub>2</sub> à 100°C

P<sub>eq</sub> = 1 bar à ~130°C



5.6 % massique à 200°C - Très bonne thermodynamique

**Mais cinétiques lentes à T < 200°C**

# Les métiers de la chimie pour l'énergie

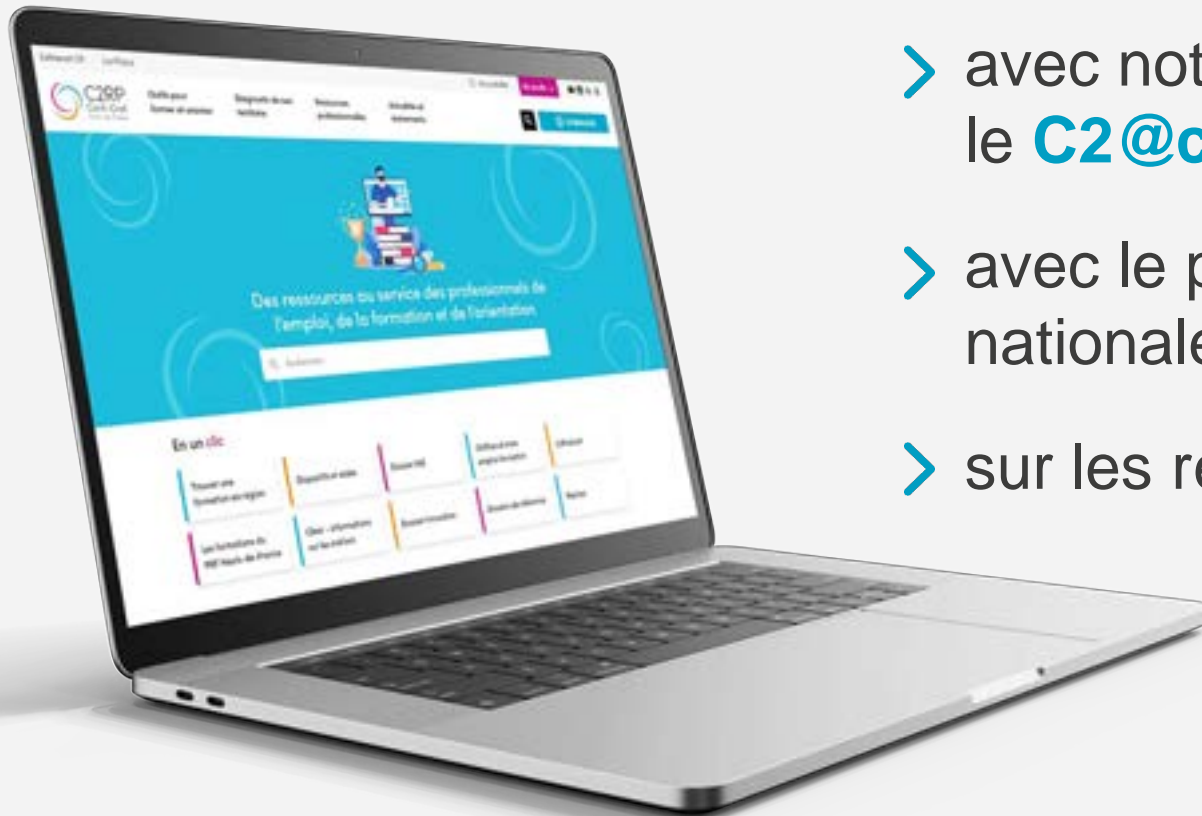
## Il y en a pour tout le monde

Niveau	Exemples de métiers
BEP/CAP	Technicien
BAC PRO	Conducteur de fabrication de produits chimiques
BTS (BAC+2)	Aide chimiste, analyste
LICENCE (BAC+3)	Technicien supérieur
MASTER (BAC+5)	Responsable de production, Responsable Hygiène et Sécurité, Recherche industrielle, Technico-commercial dans la chimie
INGENIEUR (BAC+5)	
DOCTORAT (BAC+8)	Chercheur

... et c'est un secteur qui emploie



# RESTEZ EN CONTACT AVEC LE C2RP



- avec notre lettre d'information, le **C2@ctus**
- avec le panorama de presse régionale et nationale, l'**InfoHebdo**
- sur les réseaux sociaux   

[www.c2rp.fr](http://www.c2rp.fr)

# MERCI POUR VOTRE PARTICIPATION



[www.c2rp.fr](http://www.c2rp.fr)



03 20 90 73 00



Le C2RP, Carif-Oref Hauts-de-France, remplit une mission d'intérêt public en faveur du déploiement des politiques publiques d'orientation, de formation et d'emploi. Lieu de partenariat, de production et de diffusion d'information, le C2RP contribue à l'aide à la décision des institutions et des Partenaires Sociaux et appuie les professionnels en charge de favoriser la continuité des parcours tout au long de la vie.



## VOUS SOUHAITEZ POSER D'AUTRES QUESTIONS ?



Nous vous accordons quelques minutes supplémentaires.

Nous vous répondrons dans un document envoyé ultérieurement.

Pour nous contacter :

[professionnalisation@c2rp.fr](mailto:professionnalisation@c2rp.fr)