



**La Région**

Auvergne-Rhône-Alpes

**ENTREPRISES**

*Fiers de nos industries*

**H<sub>2</sub>**  
**HYDROGEN**



**Intelligence  
Économique  
et Territoriale**

**VERS UNE FILIÈRE  
HYDROGÈNE BAS CARBONE  
EN AUVERGNE-RHÔNE-ALPES**

**Panorama régional - Novembre 2022**

# PRÉAMBULE

Ce panorama a été réalisé par le pôle Intelligence Economique et Territoriale (IET) d'Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises en partenariat avec les pôles de compétitivité Axelera, CARA, Tenerrdis.

Son objectif est de valoriser les acteurs régionaux de la **filière hydrogène bas carbone** en Auvergne-Rhône-Alpes et d'en montrer le poids économique. Il faut comprendre « hydrogène bas carbone » comme la filière hydrogène avec un objectif de production et d'utilisation d'hydrogène bas carbone.

Il s'appuie sur une compilation de données et d'informations issues de sources diverses, ainsi que de données produites par le pôle IET d'Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises et les partenaires de cette étude.

Aussi, l'Institut National de la Propriété Industrielle (INPI) a également contribué à donner un éclairage sur les inventions liées aux technologies des piles à combustible, de production, de stockage et distribution de l'hydrogène en région.

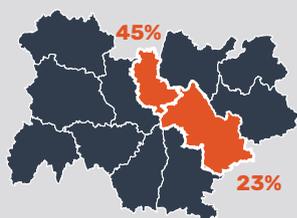
## LA FILIÈRE HYDROGÈNE BAS CARBONE EN CHIFFRES EN AUVERGNE RHÔNE-ALPES

**154**  
entreprises



Une vingtaine ont une activité  
100% dédiée à l'hydrogène

### Concentration



autour de  
**Lyon et Grenoble**

**43%**  
des entreprises



relèvent de l'industrie  
manufacturière

### Compétences

**40 %**



ont des compétences  
liées à la mobilité

**13**



formations Bac +2/+3

**1 500**



besoin de recrutements  
liés à l'hydrogène  
dans les 3 ans

**3**

Pôles de compétitivité



**+ de 40**



de laboratoires de  
recherche

## **SOMMAIRE**

<b>MÉTHODOLOGIE ET PÉRIMÈTRE</b>	<b>4</b>
<b>CONTEXTE ET ENJEUX DE LA FILIÈRE</b>	<b>7</b>
<b>LES ENTREPRISES DE L'HYDROGÈNE BAS CARBONE EN RÉGION</b>	<b>12</b>
<b>EMPLOI, FORMATION ET COMPÉTENCES</b>	<b>21</b>
<b>LA RECHERCHE ACADÉMIQUE, UNE FORCE POUR LA FILIÈRE RÉGIONALE</b>	<b>25</b>
<b>UN ÉCOSYSTÈME DYNAMIQUE ET DES PROJETS STRUCTURANTS</b>	<b>27</b>



## **PÉRIMÈTRE ET MÉTHODOLOGIE**

## DÉFINITION

95 % de l'hydrogène mondial est produit à partir de matières premières d'origine fossile : gaz naturel, pétrole, charbon.

L'hydrogène bas carbone, qui concerne actuellement 5 % de la production mondiale d'hydrogène, englobe différents procédés de production faiblement émetteurs de CO<sub>2</sub>.

Dans ce panorama, la notion d'hydrogène bas carbone englobe à la fois les procédés de production d'hydrogène renouvelable (hydrogène vert) et les procédés bas carbone. Parmi ces procédés, on trouvera notamment :

- la production par électrolyse de l'eau à partir d'électricité bas carbone,
- Le vaporeformage du biométhane,
- le vaporeformage avec récupération de carbone.

### Les différents types d'hydrogène

	Couleur	Technologie	Energie primaire ou source d'électricité	Empreinte carbone	Terminologie
Production via biomasse	Hydrogène vert	Thermolyse	Biomasse	Basse (< 3 kgCO <sub>2</sub> eq/kgH <sub>2</sub> )	Hydrogène renouvelable
		Vaporeformage	Biométhane	Basse (< 3 kgCO <sub>2</sub> eq/kgH <sub>2</sub> )	Hydrogène renouvelable
Production via l'électricité	Hydrogène rose Hydrogène jaune	Electrolyse de l'eau	Solaire, éoliennes, hydroélectricité	Minimale (< 2 kgCO <sub>2</sub> eq/kgH <sub>2</sub> )	Hydrogène renouvelable
			Nucléaire	Minimale (< 2 kgCO <sub>2</sub> eq/kgH <sub>2</sub> )	Hydrogène bas-carbone
			Réseau électrique (FR)	Basse (< 3 kgCO <sub>2</sub> eq/kgH <sub>2</sub> )	Hydrogène bas-carbone
Production via les énergies fossiles	Hydrogène bleu	Vaporeformage Gazéification	Gas naturel, charbon + CCUS	Basse (< 3 kgCO <sub>2</sub> eq/kgH <sub>2</sub> )	Hydrogène bas-carbone
	Hydrogène turquoise	Pyrolyse	Gaz naturel	Basse (< 3 kgCO <sub>2</sub> eq/kgH <sub>2</sub> ) + noir de carbone (co-produit)	/
	Hydrogène gris	Vaporeformage		Elevée (~ 11 kgCO <sub>2</sub> eq/kgH <sub>2</sub> )	Hydrogène carboné
	Hydrogène marron	Gazéification	Lignite	Très élevée (> 20 kgCO <sub>2</sub> eq/kgH <sub>2</sub> )	Hydrogène carboné
	Hydrogène noir		Charbon bitumineux	Très élevée (> 20 kgCO <sub>2</sub> eq/kgH <sub>2</sub> )	Hydrogène carboné

Sources : EDF, « L'hydrogène bas carbone, un enjeu pour la transition énergétique » France Hydrogène, Brochure « Parlons Hydrogène ! Tout savoir (ou presque) sur l'hydrogène », Juin 2022

## MÉTHODOLOGIE DE RECENSEMENT DES ENTREPRISES

Le recensement des entreprises travaillant sur l'hydrogène bas carbone en Auvergne-Rhône-Alpes a été réalisé à partir de plusieurs sources :

- Etude sur la filière gaz réalisée par la Dreets en 2019
- Veille des acteurs régionaux réalisée par Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises
- Liste des adhérents de France Hydrogène présents en région

Ce recensement initial a été complété par l'expertise des trois pôles partenaires de l'étude, notamment à partir de leurs listes d'adhérents.

Les entreprises ont ensuite été qualifiées selon leurs compétences et leur positionnement au sein de la filière de l'hydrogène bas carbone :

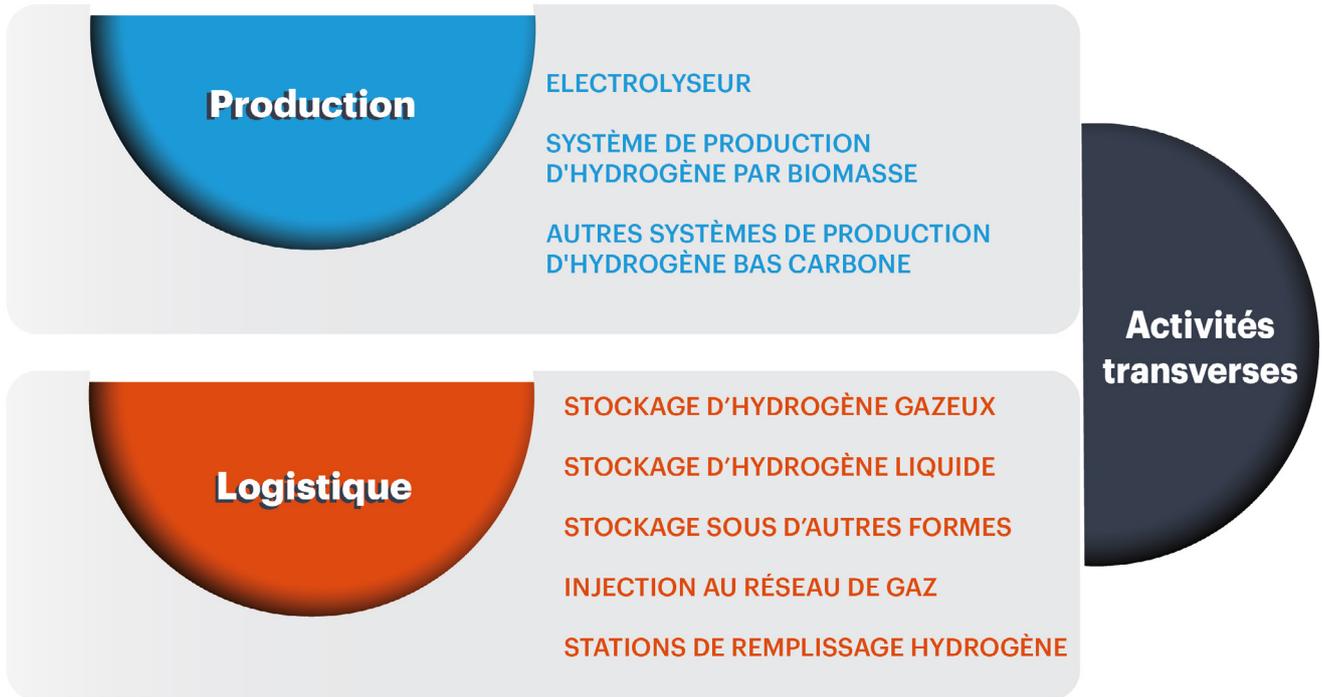
- Positionnement technologique dans la chaîne de valeur de l'hydrogène
- Positionnement métier

Ont été exclues du panel les entreprises qui ne sont qu'utilisatrices d'hydrogène, ainsi que celles qui sont présentes en région mais dont l'activité liée à l'hydrogène est située ailleurs en France.

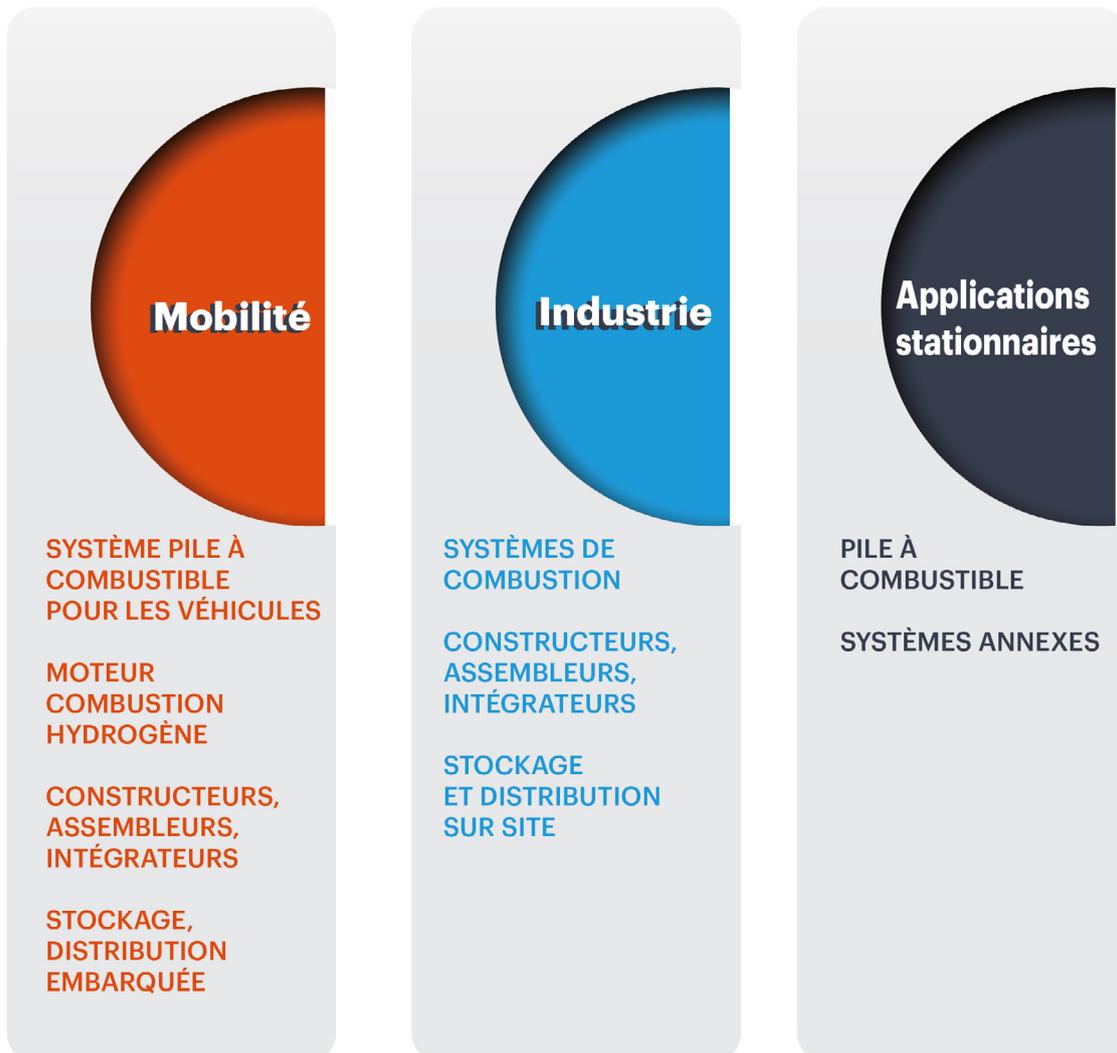
Il est par ailleurs nécessaire de souligner que la présentation des statistiques relatives aux entreprises dépositaires de brevets regroupent l'ensemble des procédés de production de l'hydrogène. Les analyses qui seront présentées dans cette partie ne concernent donc pas uniquement l'hydrogène bas-carbone. Il convient également de préciser que le dépôt des brevets n'est pas l'unique indicateur à prendre en compte pour mesurer le degrés d'innovation et le dynamisme de la filière.

# QUALIFICATION DES ENTREPRISES : LES BRIQUES TECHNOLOGIQUES DE L'HYDROGÈNE BAS CARBONE

## Les briques technologiques de l'hydrogène bas carbone



## Usages de l'hydrogène bas carbone





## **CONTEXTE ET ENJEUX DE LA FILIÈRE**

# L'HYDROGÈNE BAS CARBONE DANS LE MONDE : UN ÉLAN INÉDIT ET DES MARCHÉS PROMETTEURS

L'hydrogène bas carbone connaît une **forte accélération depuis quelques années**.

Une **vingtaine de pays dans le monde** se sont dotés d'une stratégie hydrogène, dont 17 depuis 2019, et une vingtaine y travaillent actuellement.

L'**Agence Internationale de l'Énergie (AIE)** fait de l'hydrogène bas carbone l'une des technologies clés de son scénario de **neutralité carbone 2050**.

- Le **coût de production** reste le **principal obstacle au développement** de l'hydrogène bas carbone : produire de l'hydrogène par électrolyse coûte 2 à 3 fois plus cher que le vaporeformage à partir d'hydrocarbures.
- L'AIE appelle à **accélérer encore les investissements** pour **combler l'écart** avec le coût de production de l'hydrogène fossile.

L'**Europe** s'est dotée en 2020 d'une feuille de route qui vise à **faire de l'Union européenne le leader mondial de la production d'hydrogène bas carbone**.

- Installation de **40 GW d'électrolyseurs** d'ici 2030
- Production de **10 millions de tonnes d'hydrogène bas carbone**
- Passer de 2% d'hydrogène bas carbone dans le mix énergétique à **14% en 2050**

## Les marchés potentiels de l'hydrogène bas carbone

Les principaux marchés :

- **Remplacement de l'hydrogène gris** dans les usages industriels
- **Mobilité décarbonée**, notamment pour la mobilité lourde, le ferroviaire et la mobilité fluviale

D'autres usages émergent :

- **Équilibrage des réseaux** électriques
- Remplacement du gaz naturel pour le **chauffage**
- **Alimentation des générateurs** électriques hors réseau

Pour en savoir plus :

- L'hydrogène dans le monde (2022), France Hydrogène, <https://www.france-hydrogene.org/lhydrogene-dans-le-monde/>
- Decisive action by governments is critical to unlock growth for low-carbon hydrogen (04/11/2021), <https://www.iea.org/news/decisive-action-by-governments-is-critical-to-unlock-growth-for-low-carbon-hydrogen>
- Adoption of EU hydrogen strategy (08/07/2020), [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/adoption-eu-hydrogen-strategy-2020-07-08\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/adoption-eu-hydrogen-strategy-2020-07-08_en)

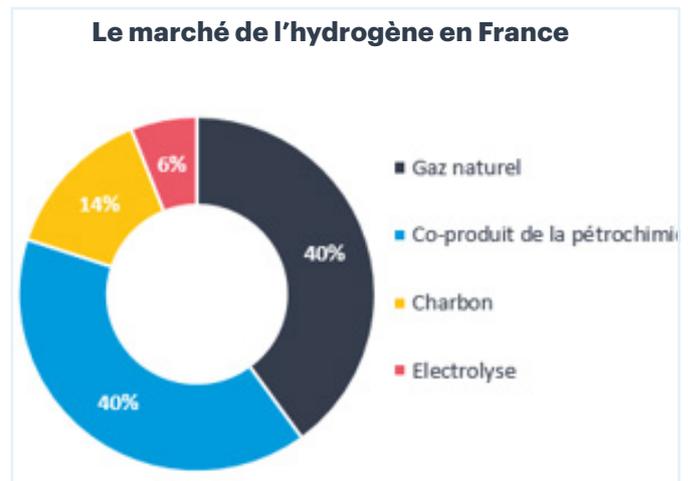
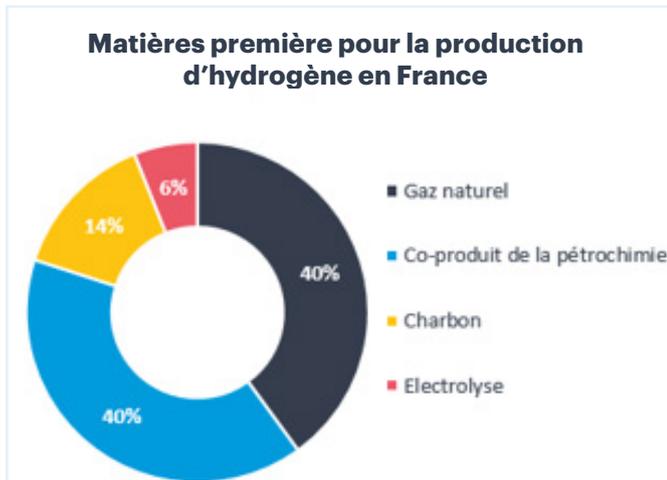
Sources : Xerfi, « Les nouveaux marchés de l'hydrogène et leurs acteurs », 2020 ; IFPEN ; Commission européenne



# L'HYDROGÈNE EN FRANCE : UNE FILIÈRE STRUCTURÉE POUR UN FORT POTENTIEL DE DÉCARBONATION

Plus de **900 000 tonnes d'hydrogène industriel** sont produites chaque année en France.

Il est utilisé principalement pour le **raffinage de pétrole**, ainsi que pour la **production d'ammoniac**.



L'hydrogène, produit à 94% à partir d'énergies fossiles, est responsable de 3 % des émissions nationales de CO<sub>2</sub>.

Il existe donc un **fort potentiel de décarbonation avec le déploiement de nouvelles technologies**, au premier rang desquelles la production d'hydrogène par électrolyse à partir d'énergies renouvelables (ENR).



**L'association France Hydrogène** a pour objectif de fédérer la filière française de l'hydrogène afin d'accélérer le développement de solutions hydrogène pour réussir la transition énergétique

- **450 membres** : grands groupes industriels, PME-PMI, startups, laboratoires, centres de recherche, associations, pôles de compétitivité, collectivités territoriales
- **L'Observatoire Vig'Hy**, lancé en mars 2021, rend compte de la dynamique de la filière française

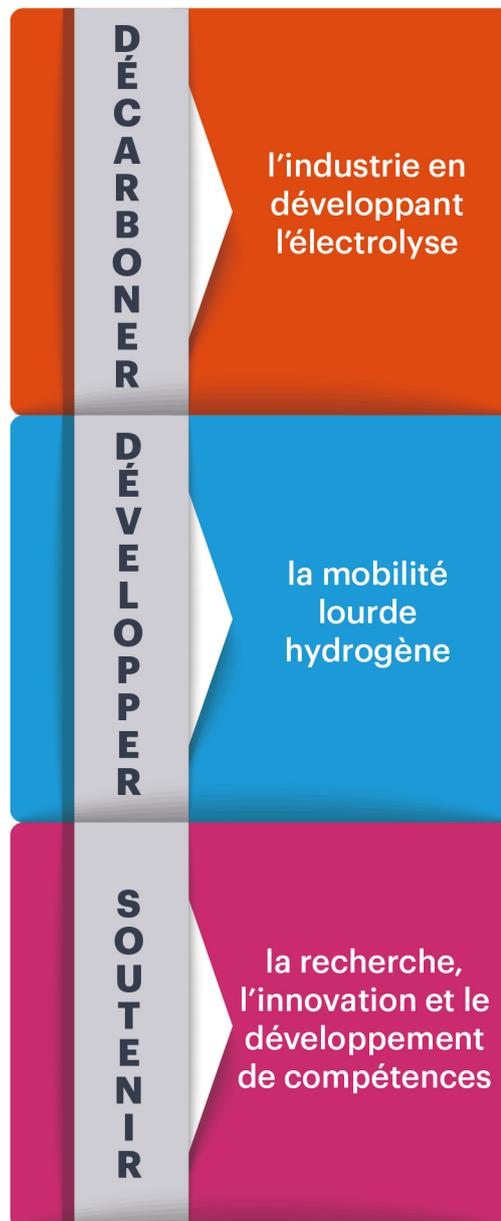
# L'HYDROGÈNE EN FRANCE : UNE STRATÉGIE ET DES OBJECTIFS AMBITIEUX POUR LA FILIÈRE

Les **objectifs de la France** en matière d'hydrogène bas carbone pour 2030 ont trait aussi bien à la **production** qu'aux **usages de l'hydrogène**.

- ⇒ **Objectifs en matière de production :**
  - 52 % d'hydrogène bas carbone dans la production française d'hydrogène (5 % en 2020)
  - 6,5 GW d'électrolyse déployée
- ⇒ **Objectifs pour l'industrie :** 30% du marché.
- ⇒ **Objectifs pour la mobilité :**
  - 300 000 véhicules légers (400 en 2020)
  - 1 000 stations de recharge (53 en 2020)
  - 5 000 véhicules lourds
  - 1 000 bateaux
  - 250 trains

Dans le secteur de l'énergie, la France vise le **déploiement des nouveaux usages** pour l'intégration des ENR : alimentation de secours, générateurs électrogènes à hydrogène, data centers, alimentation à quai des navires.

## Les 3 priorités de la stratégie nationale



Le **plan national Hydrogène** prévoit plus de **100 000 emplois** dans la filière en 2030, et **6 millions de tonnes** d'émissions de CO2 évitées.

**9 milliards €** sont alloués à la stratégie nationale, dont **3,4 milliards €** sur la période 2020-2023.

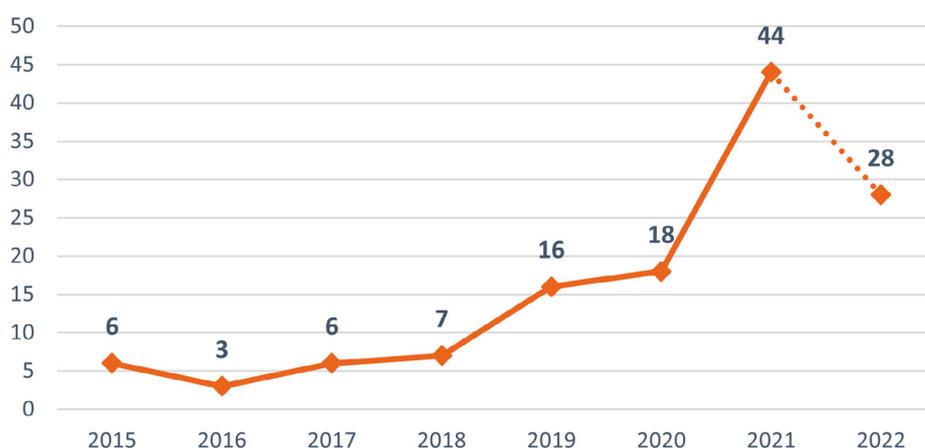
# L'HYDROGÈNE EN FRANCE : UNE DYNAMIQUE D'INVESTISSEMENT EN FORTE HAUSSE

Depuis 2014, on recense **129 projets d'investissement en France** métropolitaine intégralement dédiés au développement de la filière hydrogène.

Ces projets représentent un montant d'investissement estimé de **plus de 4,7 milliards d'euros** et **plus de 3 000 emplois créés**.

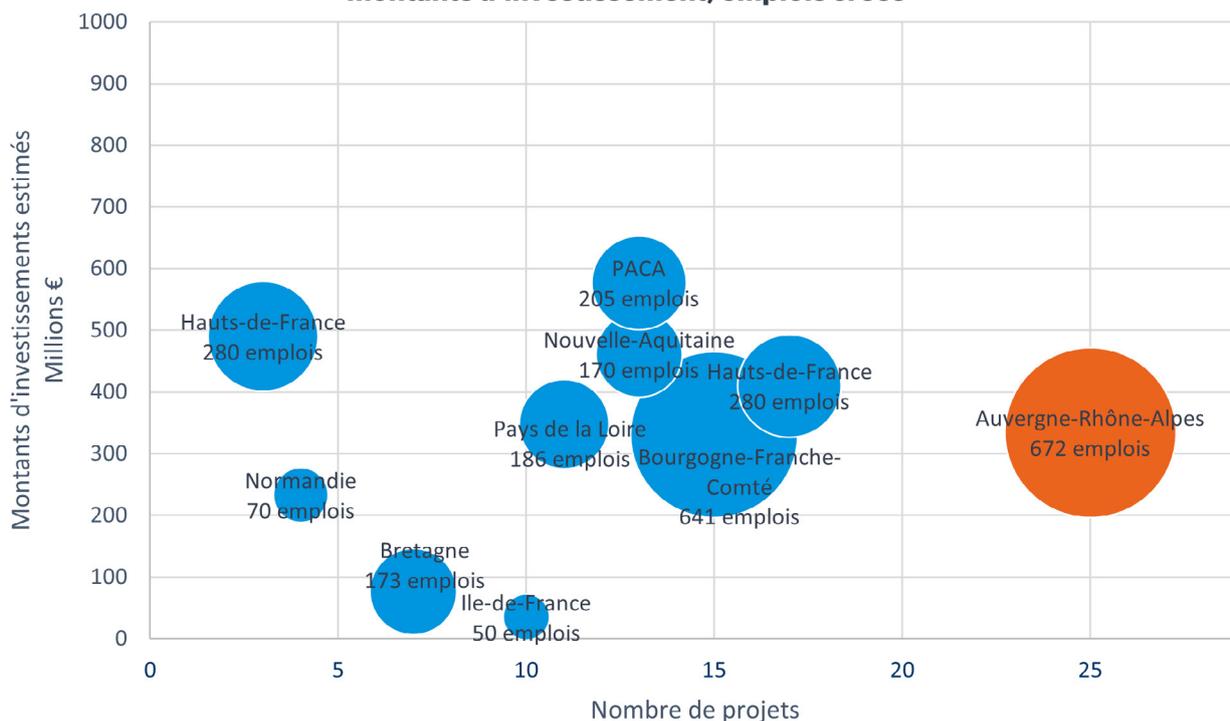
Les investissements se sont fortement accélérés à partir de 2019, et la dynamique se poursuit avec déjà 28 projets annoncés entre janvier et août 2022.

**Nombre de projets Hydrogène par année**



**Auvergne-Rhône-Alpes** concentre **25 projets** représentant **672 emplois**.

**Investissements Hydrogène dans les régions : nombre de projets, montants d'investissement, emplois créés**



Source : Trendeo, Observatoire de l'emploi et de l'investissement ; traitement Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises, août 2022



# **LES ENTREPRISES DE L'HYDROGÈNE BAS CARBONE EN RÉGION**

# COMPOSITION DU TISSU INDUSTRIEL

**154 entreprises** travaillent pour la filière hydrogène bas carbone en Auvergne-Rhône-Alpes.

Parmi elles, **une vingtaine** ont une **activité 100 % dédiée à l'hydrogène**.

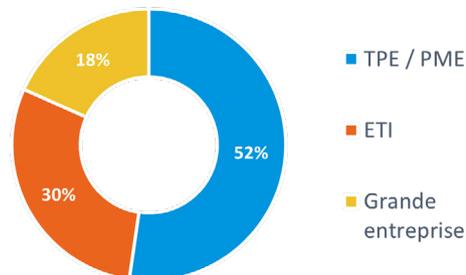
La moitié des entreprises sont des TPE ou PME. On compte également un tiers d'ETI.

70% des entreprises ont été créées après 1989.

20% ont moins de huit ans d'existence.

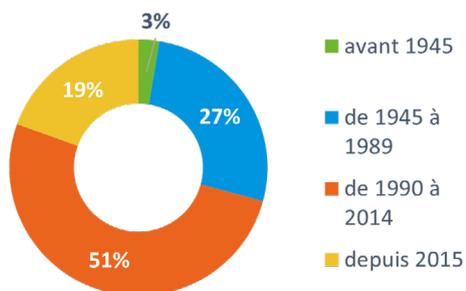
**Les entreprises de la filière sont majoritairement des TPE ou PME de création récente, à capitaux français et ayant leur siège en région.**

## Typologie des entreprises de la filière hydrogène



Source : Répertoire SIRENE, mars 2022

## Date de création des entreprises



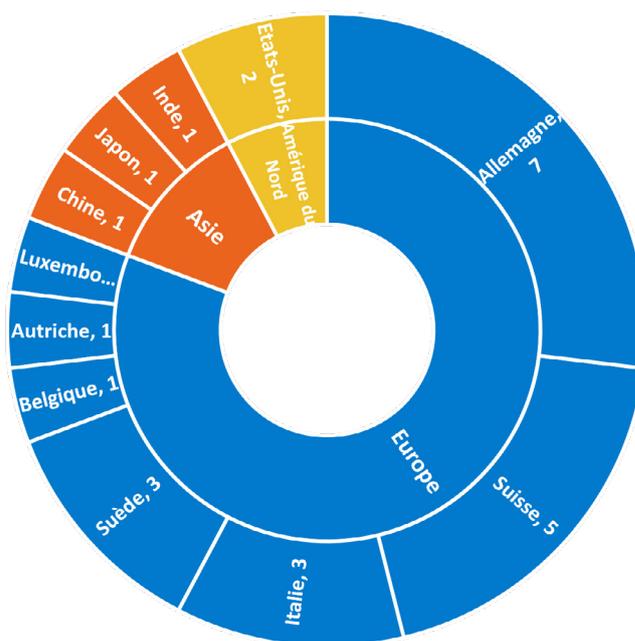
Source : Diane (Bureau van Dijk), mars 2022

Plus de **75 % des entreprises** travaillant sur l'hydrogène bas carbone présentes en Auvergne-Rhône-Alpes ont leur **siège français en région**.

**26 entreprises** sont à capitaux étrangers, soit 17% du total.

Parmi elles, on compte principalement des entreprises à capitaux européens, mais également trois entreprises à capitaux asiatiques et deux entreprises à capitaux américains.

## Répartition des capitaux étrangers



Source : Recensement Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises



## ACTIVITÉ DES ENTREPRISES : DANS L'INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE, LA FABRICATION DE PRODUITS MÉTALLIQUES ET DE MACHINES EN TÊTE

**42% des entreprises** ont un code d'activité relevant de l'**industrie manufacturière**.

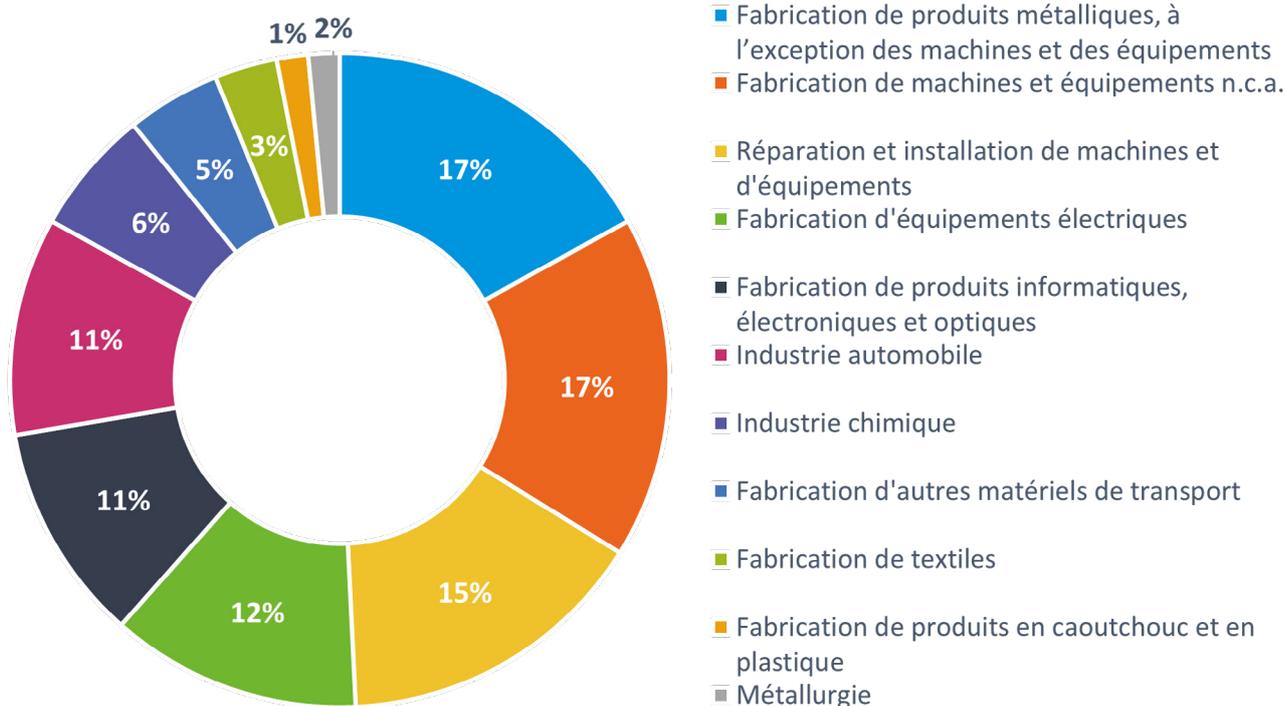
Parmi elles, 11 sont classées en **Fabrication de produits métalliques**, soit 17%.

11 autres ont une activité de **Fabrication de machines et équipements**, et 10 une activité de **Réparation et installation de machines et équipements**.

Viennent ensuite les activités de Fabrication d'équipements électriques (huit entreprises), et la Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques et l'Industrie automobile qui concernent chacune sept entreprises.

La région Auvergne-Rhône-Alpes se distingue par une **forte présence de sous-traitants et fournisseurs de composants** couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur, à même d'accompagner les systémiers à l'échelle régionale, mais aussi nationale et internationale.

Répartition des entreprises de l'industrie manufacturière (codes NAF)



# LES MÉTIERS DES ENTREPRISES DE L'HYDROGÈNE BAS CARBONE : DES ENTREPRISES AUX ACTIVITÉS DIVERSES ET COMPLÉMENTAIRES

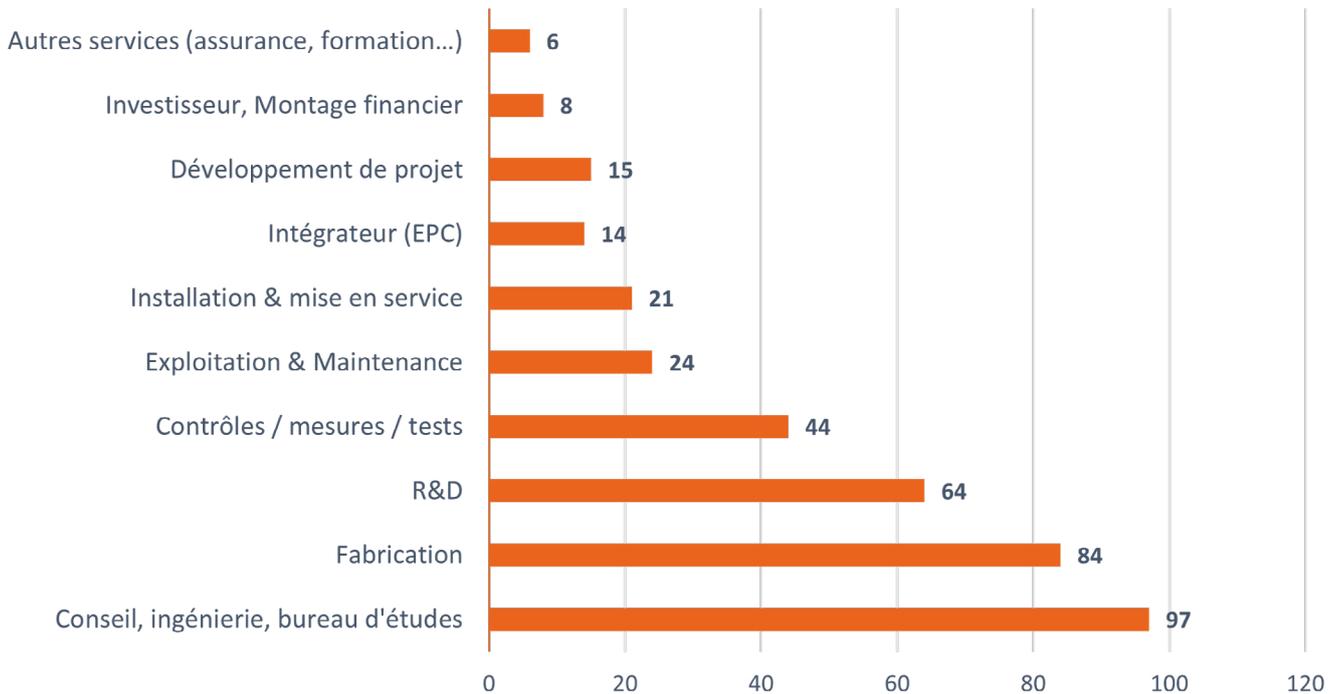
Plus de **70% des entreprises** du panel ont **plusieurs compétences métier**.

63% d'entre elles ont des activités de **conseil, ingénierie et bureau d'études**.

Plus de la moitié des entreprises (53%) exercent des **activités de fabrication**.

Plus de 40% des entreprises exercent des activités de **recherche et développement**, ce qui fait d'Auvergne-Rhône-Alpes une **région référente en matière d'innovation sur la filière hydrogène bas carbone**.

Compétences métier des entreprises



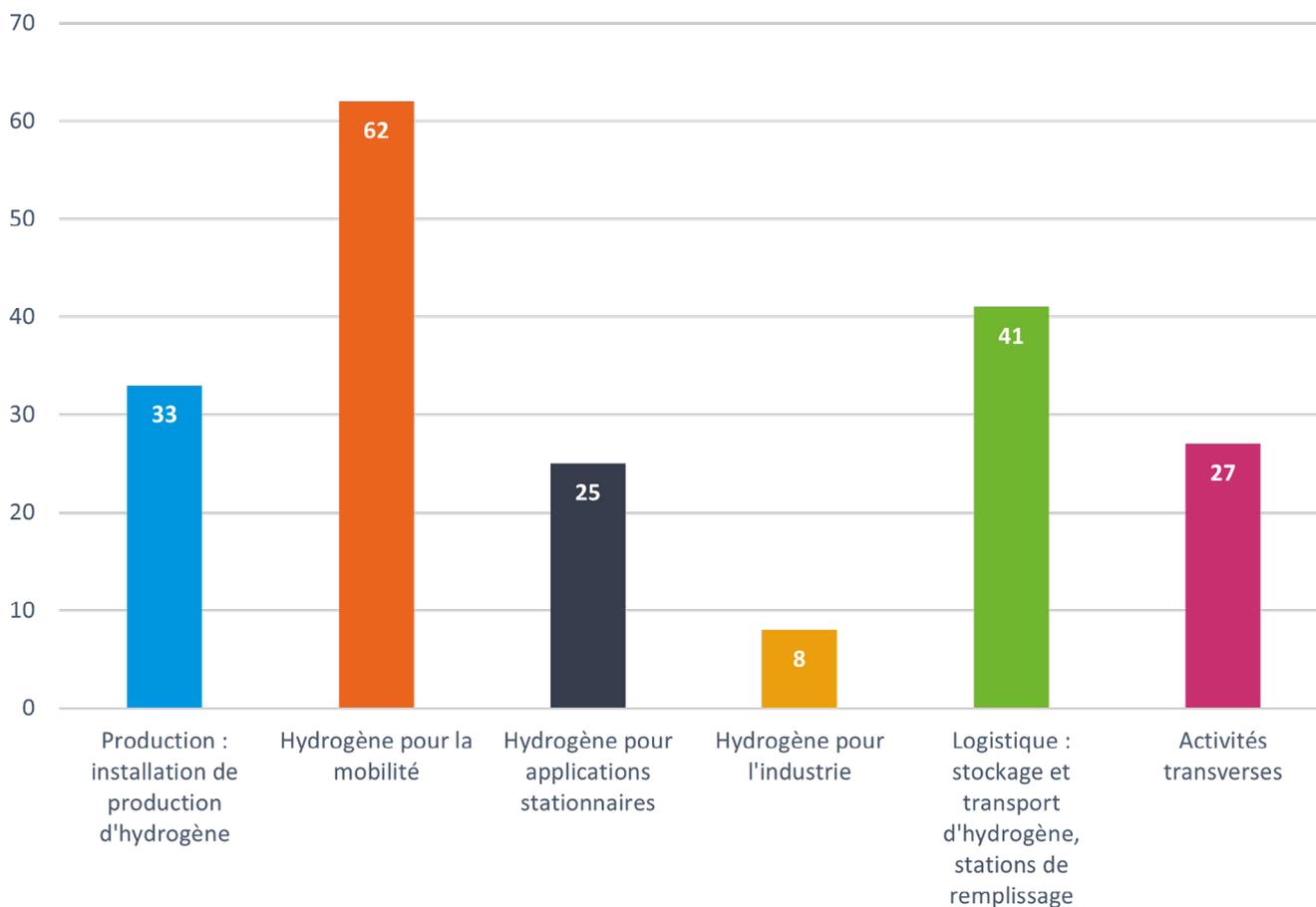
## DES ENTREPRISES AUX COMPÉTENCES MULTIPLES, POSITIONNÉES SUR L'ENSEMBLE DE LA CHAÎNE DE VALEUR

**36% des entreprises ont plusieurs compétences technologiques** liées à la filière hydrogène bas carbone.

Les entreprises d'Auvergne-Rhône-Alpes ont des compétences couvrant l'**ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène**.

On note une forte proportion d'entreprises avec des compétences liées à la **mobilité hydrogène (40%)**. Par ailleurs, 28 % des entreprises ont des compétences liées au **stockage**, au **transport d'hydrogène** ou aux **stations de remplissage**.

Compétences technologiques des entreprises

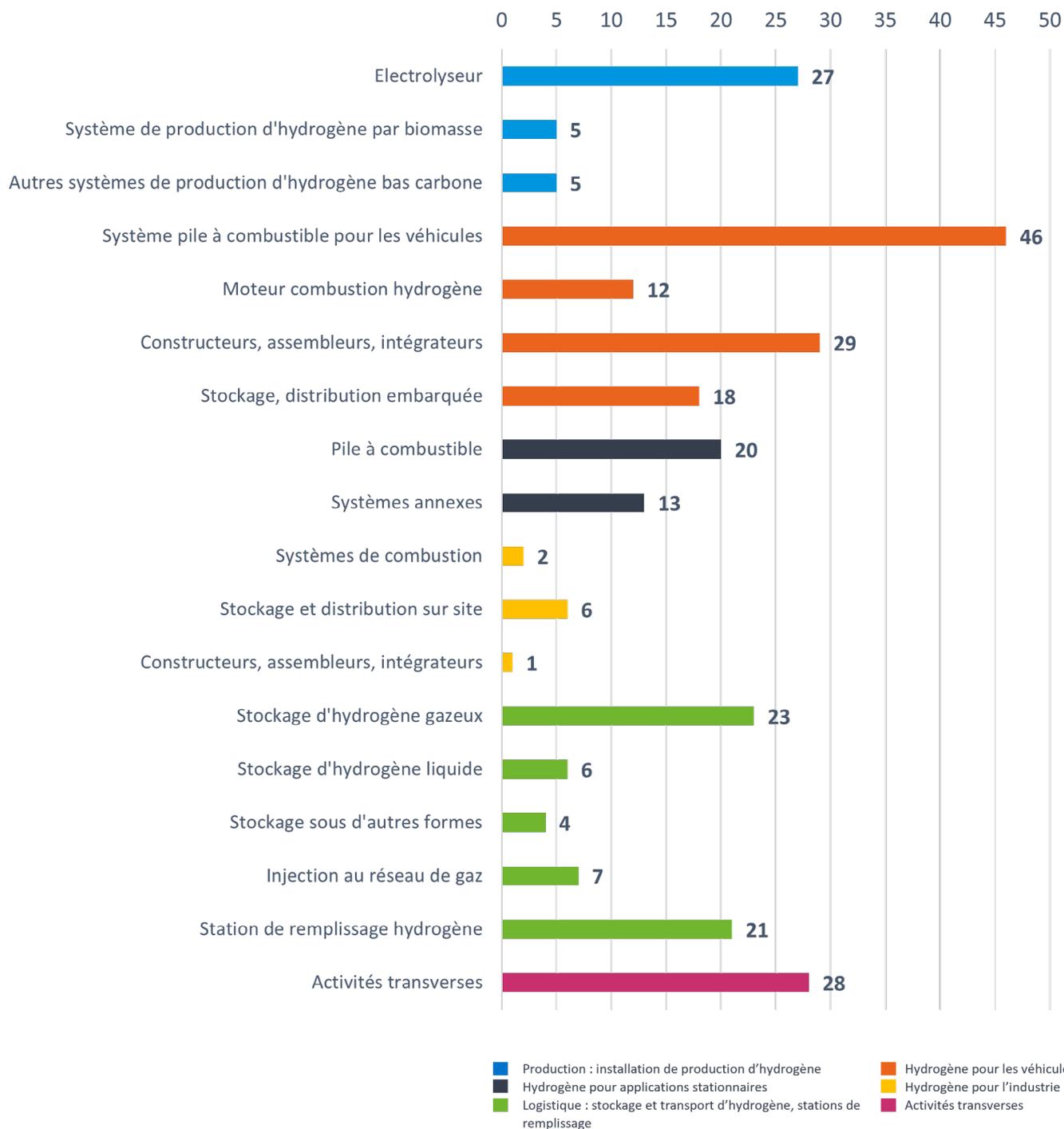


# DES COMPÉTENCES TECHNIQUES MARQUÉES POUR LA MOBILITÉ HYDROGÈNE ET LA PRODUCTION

**30% des entreprises régionales** se positionnent sur les **systèmes pile à combustible pour les véhicules**, et 13% sur les piles à combustible pour les applications stationnaires.

Près de **18% des entreprises** se positionnent sur la **production d'hydrogène par électrolyse**.

Compétences techniques des entreprises de la filière



# LES GRANDS GROUPES DOMINENT LE PALMARÈS DES ENTREPRISES DÉPOSANTES DE BREVETS

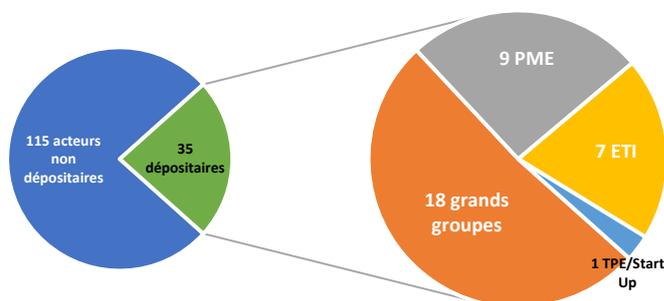
Entre 2010 et 2020, **seule 23 %** des entreprises identifiées sur la filière hydrogène bas carbone ont déposé un brevet lié à l'hydrogène (toutes technologies confondues) auprès des autorités, soit **35** entreprises.

Bien que ne représentant que **18 %** du panel d'entreprises identifiées en région, les grandes entreprises représentent **plus de la moitié des déposants de brevets** entre 2010 et 2020.

Enfin, il est à noter que seul **40 %** des entreprises dépositaires possèdent un siège situé en région.

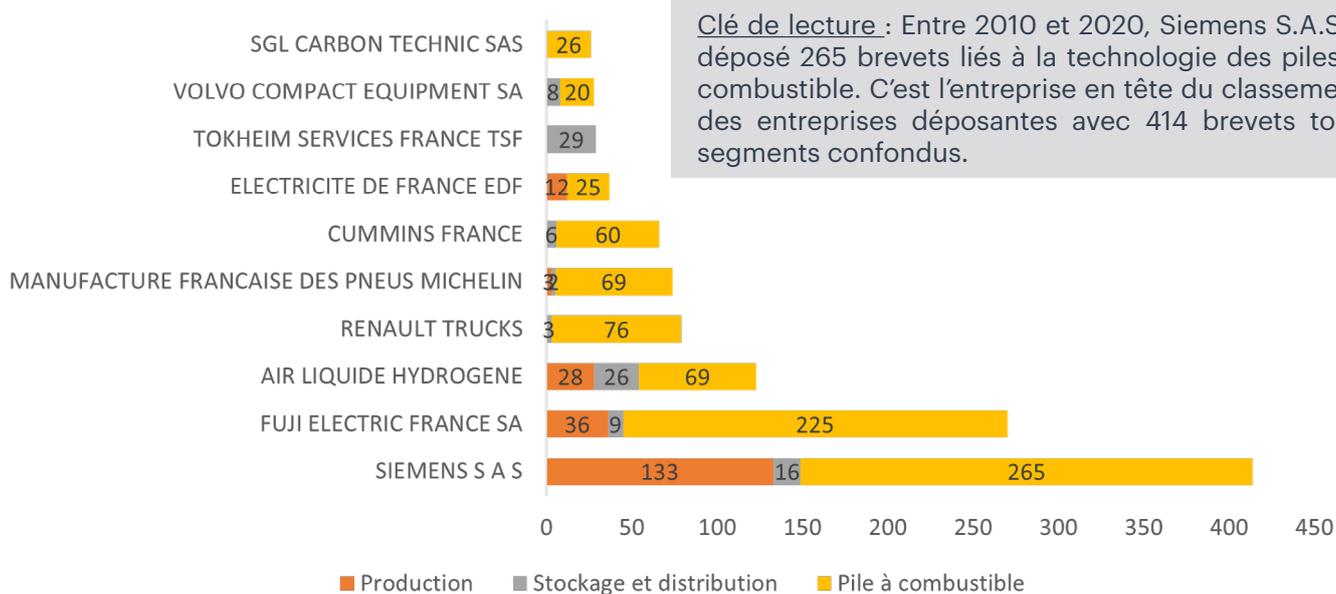
Selon les données fournies par l'INPI, la technologie des **piles à combustible** est celle qui a connu le nombre le plus important de dépôts de brevets entre 2010 et 2020. Avec **940** brevets, ce segment technologique représente **72%** de l'ensemble des brevets déposés liés à l'hydrogène. Ceux-ci sont majoritairement issus des grands groupes (**85%**).

Typologie des déposants entre 2010 et 2020



Source : Données INPI, traitement Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises

Top 10 des entreprises déposantes de brevets hydrogène entre 2010 et 2020



Clé de lecture : Entre 2010 et 2020, Siemens S.A.S a déposé 265 brevets liés à la technologie des piles à combustible. C'est l'entreprise en tête du classement des entreprises déposantes avec 414 brevets tous segments confondus.

Source : Données INPI, traitement Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises

Il faut également souligner que des PME dynamiques exclusivement implantées en région contribuent grandement à l'essor de la filière régionale et à l'innovation. C'est le cas des entreprises **SYMBIO** et **ERGOSUP** qui ont déposé respectivement **23** et **13** brevets liés à l'hydrogène.

**Biais d'analyse :** Lorsqu'il s'agit de grands groupes implantés dans plusieurs régions, voire plusieurs pays, il n'est pas possible de voir si l'innovation provient réellement de la région Auvergne-Rhône-Alpes, ou bien d'un autre lieu. Nous pouvons cependant imaginer que les entreprises implantées en région sont utilisatrices de la technologie issue des brevets du groupe, et par conséquent qu'ils bénéficient à l'ensemble de l'écosystème régional.

## LES ENTREPRISES 100 % HYDROGÈNE : UNE FORCE POUR LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

**19 entreprises** présentes en Auvergne-Rhône-Alpes **consacrent la totalité de leur activité à l'hydrogène.**

**14 d'entre elles ont leur siège en région.**

En termes de compétences, elles se positionnent sur l'ensemble des briques technologiques de la filière. On les retrouve tout particulièrement dans la **production d'hydrogène par électrolyse** et la **logistique** (transport et stockage d'hydrogène, stations de remplissage).

**Les entreprises 100 % dédiées à l'hydrogène sont motrices pour la filière à l'échelle régionale.**

On trouve parmi elles aussi bien des **filiales de grands groupes** dédiées à l'hydrogène (Air Liquide Hydrogène, la filiale d'EDF Hynamics...) que des **PME** et **startups innovantes** (McPhy, HRS, Symbio, Ataway, Ergosup, Sylfen...) ...

Plusieurs de ces entreprises sont porteuses de **projets d'envergure nationale** :

- Nouveau site d'assemblage de stations avec une capacité de production de 150 stations par an de McPhy (production multipliée par sept)
- Nouvelle usine de production de stations de distribution d'hydrogène d'HRS (14 300 m<sup>2</sup> supplémentaire pour tripler sa production)
- Unité de production de systèmes de piles à combustible hydrogène de Symbio
- Projet européen de stockage sous-terrain d'hydrogène porté par Storengy
- ...



Source : Recensement Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises



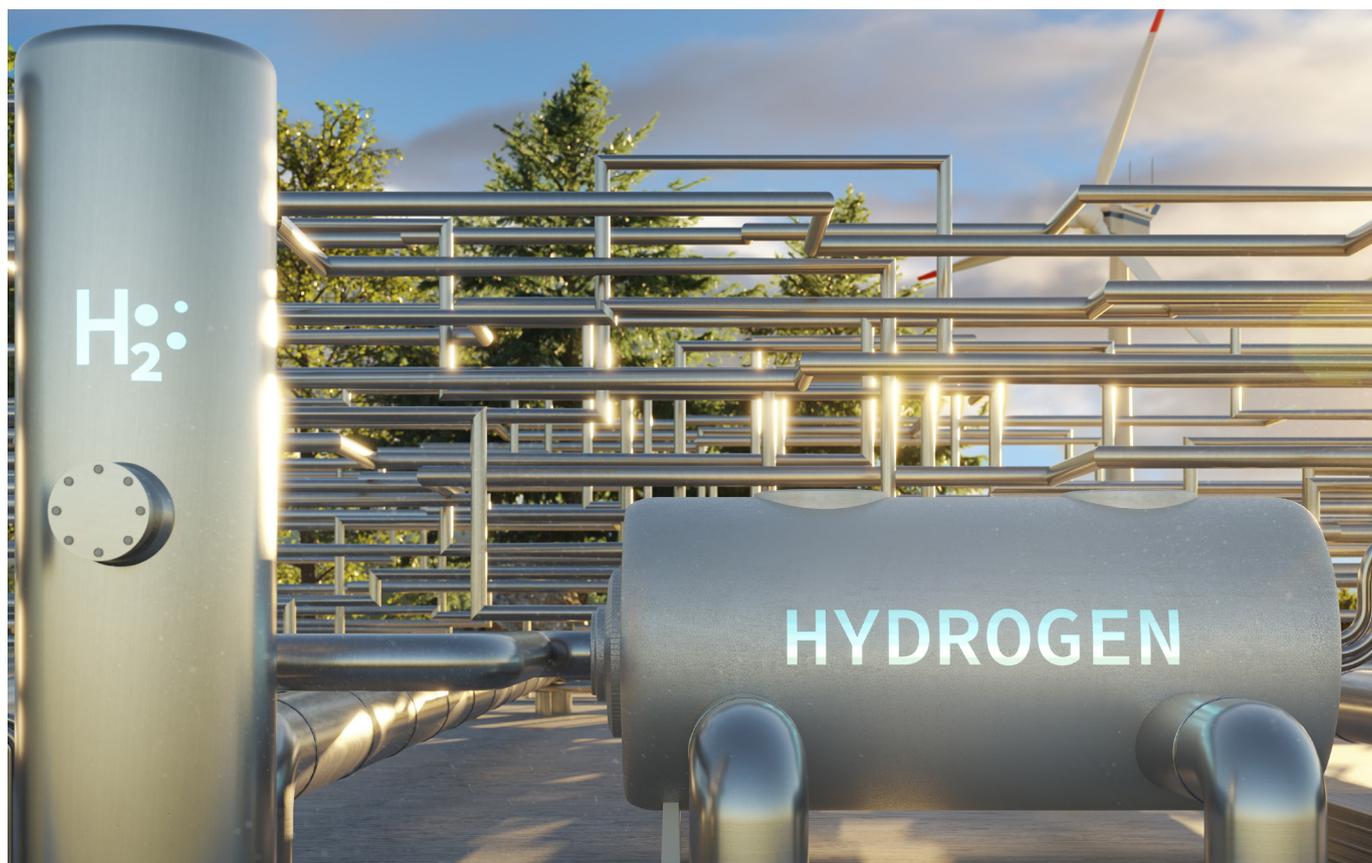
# **EMPLOI, FORMATION ET COMPÉTENCES**

# L'EMPLOI DANS LA FILIÈRE HYDROGÈNE : DES BESOINS CROISSANTS POUR LES ANNÉES À VENIR

Une enquête réalisée en 2021 auprès des entreprises de l'hydrogène bas carbone en Auvergne-Rhône-Alpes a identifié d'**importants besoins de recrutement pour les années à venir**.

La majorité des métiers nécessaires à la filière existent déjà : les entreprises complètent par de la formation interne ou externe, en fonction de leurs besoins spécifiques.

**On estime à 1 500 le nombre de recrutements liés à l'hydrogène dans les trois ans à venir.**



Les **besoins de recrutement** concernent majoritairement des **postes d'ingénieurs**, mais les tensions portent davantage sur les **postes de techniciens**.

Les entreprises recherchent des candidats dotés d'une « coloration hydrogène » (soft skills : adaptabilité, adhésion, éthique, engagement ; habilitations ATEX, électrique et gaz ; connaissances générales sur l'hydrogène), de poly-compétences, d'une connaissance de l'écosystème, d'une maîtrise des différentes technologies.

**67% des entreprises connaissent des difficultés de recrutement**

# AUVERGNE-RHÔNE-ALPES : UN TISSU RICHE DE FORMATIONS INITIALES ET CONTINUES

La région Auvergne-Rhône-Alpes dispose de **nombreuses formations initiales et continues de haut niveau** dans des domaines clés de la filière.

La région compte **25 écoles d'ingénieurs**, qui proposent des cursus spécialisés dans tous les domaines de l'énergie : Mastère spécialisé Alternative pour l'énergie du futur de l'INSA Lyon, filière Systèmes énergétiques et marchés de l'Ense3 de Grenoble, option transversale Energie de Polytech Clermont, spécialité Energie de l'Ecole Centrale de Lyon...

**13 formations Bac +2/+3** en Auvergne-Rhône-Alpes peuvent évoquer l'hydrogène, qu'elles proposent ou non des modules spécifiques.

**En 2020 a été créé la formation en alternance de Technicien de maintenance Biogaz, élaborée par l'Institut des Ressources Industrielles à l'initiative de l'Association Française du Gaz Auvergne-Rhône-Alpes, et qui couvre les champs essentiels permettant d'aborder la filière hydrogène.**

## Des acteurs régionaux engagés pour le développement de la formation continue

Les acteurs régionaux font preuve d'un **fort dynamisme pour accompagner le développement de la filière** en favorisant l'essor des formations :

- En colorant des formations existantes avec un volet dédié à l'hydrogène
- En créant des modules de formation sur mesure, ouverts ou non à d'autres acteurs.

### Symbio (Rhône)



- Création de la Symbio Hydrogen Academy en 2020
- Pour accompagner la création de la nouvelle usine de Saint-Fons, qui devrait conduire à la création de 1 000 emplois supplémentaires d'ici 2025
- Ouvert aux étudiants, enseignants, ingénieurs et techniciens de la filière

### Technopolys (Savoie)



- Pôle d'excellence de formation aux métiers de l'automobile
- Développement d'un module de formation dédié aux véhicules hydrogène, à destination des apprentis

### CEA-Liten (Isère)



- Formations continues pour les industriels
- Sur l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène : production, stockage, utilisation, gestion de la sécurité
- Un module est dédié à la filière hydrogène, et un autre aux piles à combustible

### HALL 32 (Puy-de-Dôme)



- Module de découverte de l'hydrogène pour les élèves de Bac-Pro et de BTS
- Module de formation continue sur les fondamentaux de l'hydrogène
- Un module de sensibilisation aux enjeux de l'hydrogène à destination des décideurs est en préparation

## DES CAMPUS DES MÉTIERS ET DES QUALIFICATIONS DÉDIÉS À L'ÉNERGIE ET À LA MOBILITÉ DU FUTUR



### CAMPUS DES MÉTIERS ET DES QUALIFICATIONS D'EXCELLENCE

Smart Energy Systems Campus  
Auvergne-Rhône-Alpes

Le campus **Smart Energy Systems** est porté par l'Université Grenoble Alpes.

Il rassemble plus d'**une centaine de partenaires** publics et privés.

Il est dédié aux **métiers de la transition zéro carbone** pour répondre à l'enjeu d'un mix énergétique performant.

Le campus est la porte d'entrée vers **plus de 270 diplômes en Auvergne-Rhône-Alpes** dans les domaines d'excellence des systèmes énergétiques intelligents.

Dans le cadre du campus sont développés des **modules de formation** sur trois filières : Smartgrids, Hydrogène et Gaz renouvelables.



### CAMPUS DES MÉTIERS ET DES QUALIFICATIONS

Auto'Mobilités  
Auvergne-Rhône-Alpes

Le campus **Auto'Mobilités** est co-animé par le pôle de compétitivité CARA et l'Académie de Lyon.

Il est dédié **aux activités de conception, de tests et de maintien opérationnel des véhicules.**

Le campus réunit des **acteurs divers** : établissements d'enseignement secondaire et supérieur, centres de recherche, entreprises.

Son objectif est de déployer des parcours et des **dispositifs de formation innovants pour la formation** initiale et continue.

Il vise aussi la mise en œuvre d'**actions collaboratives entre les industriels et les centres de formation** pour renforcer l'attractivité des métiers du secteur.

**Le label Campus des métiers et des qualifications permet d'identifier, sur un territoire donné, un réseau d'acteurs qui interviennent en partenariat pour développer une large gamme de formations professionnelles, technologiques et générales, relevant de l'enseignement secondaire et de l'enseignement supérieur, ainsi que de la formation initiale ou continue, centrées sur des filières spécifiques et sur un secteur d'activité correspondant à un enjeu économique national ou régional.**



**LA RECHERCHE ACADÉMIQUE, UNE FORCE POUR  
LA FILIÈRE RÉGIONALE**

## DES STRUCTURES DE RECHERCHE D'EXCELLENCE TRAVAILLANT SUR TOUS LES ASPECTS DE L'HYDROGÈNE BAS CARBONE

La région Auvergne-Rhône-Alpes compte de **nombreuses structures de recherche travaillant sur l'hydrogène**.

Une quarantaine de laboratoires, répartis sur l'ensemble du territoire régional, ont des thématiques de recherche en lien avec les différents enjeux de l'hydrogène.

- Le **CEA de Grenoble** dispose du « plus important pôle de R&D en France » sur le sujet de l'hydrogène selon Stéphane Siebert, directeur délégué du CEA, avec deux axes de recherche principaux : la **production à bas coût et la transformation d'hydrogène en électricité**.
- **Trois laboratoires** rattachés au **CNRS**, sur les 29 travaillant sur l'hydrogène, sont situés en région : l'**Institut Néel** et le **LEPMI** à Grenoble, le **LGF** à Saint-Etienne.
- Le **laboratoire LTE** (Laboratoire Transport et Environnement) de l'**Université Gustave Eiffel**, fait partie des quatre laboratoires rassemblés dans la Fédération de Recherche **CNRS FCLAB**, qui mène des travaux de recherche sur la pile à combustible.
- L'**IFPEN Energies Nouvelles**, dédié aux domaines de l'énergie, du transport et de l'environnement, travaille au développement de technologies économiquement soutenables pour insérer l'hydrogène dans le mix énergétique. Fin 2021, sur son site de Solaize (Rhône), l'IFPEN s'est doté du **banc d'essai de piles à combustible le plus puissant de France**.

### Le réseau des Carnot, pour le développement de la recherche partenariale

Le **label Carnot**, créé en 2006, vise à développer la recherche partenariale associant laboratoires publics et acteurs socio-économiques.

La région Auvergne-Rhône-Alpes accueille **plus de 20 instituts Carnot labellisés**.

Plusieurs d'entre eux travaillent sur l'hydrogène bas carbone : Energies du Futur, IFPEN Ressources Energétiques et Transports Energie...

**Sigma Clermont** et les **Mines Saint-Etienne** sont membres de l'**Institut Carnot M.I.N.E.S.** et participent au groupe **H2MINES**, qui mobilise les compétences complémentaires de 18 laboratoires de recherche pour répondre aux enjeux de l'hydrogène en matière de production, de stockage / distribution et d'utilisation.

L'Institut Carnot Energies du Futur, basé à Grenoble, rassemble 10 laboratoires académiques et 4 départements du CEA-LITEN. L'Institut travaille sur le développement d'un système réversible de production d'hydrogène par électrolyse à haute température, à haut rendement et à bas coût.



**UN ÉCOSYSTÈME DYNAMIQUE ET DES PROJETS  
STRUCTURANTS**

# ENTRETIEN : « LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES A ÉTÉ PRÉCURSEUR SUR L'HYDROGÈNE BAS CARBONE »

**Entretien avec Séverine JOUANNEAU SI LARBI, Déléguée Générale de Tenerrdis et Déléguée Régionale de France Hydrogène**

Séverine Jouanneau Si Larbi a travaillé pendant près de vingt ans au CEA de Grenoble, d'abord dans la recherche et l'innovation, puis en prenant la direction d'un département de 300 personnes travaillant sur les batteries et les piles à combustible pour les transports. Souhaitant se rapprocher des territoires et des industriels, et accompagner l'innovation au plus proche du terrain, elle est arrivée à la tête de Tenerrdis et de la délégation régionale de France Hydrogène en janvier 2022.

**Qu'est-ce que France Hydrogène, et quel est le rôle de la délégation régionale que pilote Tenerrdis ?**

L'association France Hydrogène réunit les acteurs de la filière : grands groupes, ETI, PME et PMI, collectivités territoriales, pôles de compétitivité, centres techniques, laboratoires de recherche, etc. Environ une soixantaine d'acteurs d'Auvergne-Rhône-Alpes en sont membres. Depuis un peu plus d'un an, France Hydrogène s'est structurée en douze délégations régionales, l'idée étant d'agir au plus près des acteurs locaux et des territoires.

L'objectif est d'accélérer l'adoption des usages de l'hydrogène dans les projets territoriaux, en priorité sur les usages industriels et liés à la mobilité, et d'aider à l'identification et à l'émergence de projets de bassins afin de contribuer aux objectifs de réduction des émissions de CO2 fixés pour 2030.

En effet, à l'échelle nationale ont été identifiés plusieurs bassins industriels sur lesquels la décarbonation de l'industrie via le vecteur hydrogène est un axe de travail important. Il s'agit d'industrie lourde : ce sont souvent des chimistes, des cimentiers par exemple, avec des enjeux forts de décarbonation. A l'échelle des régions, nous travaillons maintenant avec les acteurs régionaux et les pôles de compétitivité à l'animation des écosystèmes de ces bassins industriels et à l'émergence de projets.

En fait, la délégation régionale tente de répondre à deux questions majeures : quel est le potentiel de la région Auvergne-Rhône-Alpes pour couvrir les besoins en hydrogène à horizon 2030 ? Et où est-il pertinent d'installer des unités de production d'hydrogène ?

En effet, on pourrait imaginer avoir de gros sites de production rattachés à ces bassins industriels qui ont des besoins et usages divers, mais il pourrait aussi y avoir un maillage plus fin, avec des sites plus isolés, en montagne ou sur certains sites ruraux par exemple. Cela permettrait d'avoir des relais de plus petites dimensions, ce qui aurait du sens au niveau des écosystèmes locaux. Nous allons d'abord nous concentrer sur les gros acteurs, mais il ne faut pas oublier ce volet-là.

Via la délégation France Hydrogène, nous pouvons accéder à une complétude d'acteurs de l'hydrogène, permettant d'avoir un horizon le plus large possible. La délégation régionale s'appuie largement sur l'action des pôles de compétitivité : CARA, Axelera et Tenerrdis, avec lesquels nous fonctionnons en étroite collaboration. L'hydrogène est un vecteur important, mais pas le seul à prendre en compte.

La décarbonation de l'industrie, au sens large, englobe plus que l'hydrogène, c'est une question de mix énergétique global, multivecteur, de flexibilité et de pilotage de la demande, des usages et de la production.

**Ce projet paraît très orienté vers les applications industrielles de l'hydrogène : qu'en est-il du volet mobilité ?**

La mobilité est un des usages de l'hydrogène, et peut s'intégrer dans ces écosystèmes. Sur les bassins identifiés, on peut imaginer par exemple une production locale d'hydrogène qui alimenterait des flottes de véhicules pour les industriels, les employés, les besoins des quartiers alentour ou encore pour le transport de marchandises ... Il faut avoir une vision globale qui intègre à l'écosystème la mobilité hydrogène, y compris la mobilité lourde, en ciblant les usages intensifs et les besoins en forte puissance : les camions-poubelles dans les communes, les dameuses en montagne, par exemple. Même si on peut être plus réservé aujourd'hui sur l'hydrogène pour le véhicule grand public (il y a d'autres technologies qui peuvent aussi faire sens), travailler sur ces sujets a permis d'adresser et de faire avancer les technologies et la recherche sur la production et la conversion d'hydrogène notamment par les électrolyseurs et les piles à combustible.

**Quels sont les atouts et les spécificités de la région Auvergne-Rhône-Alpes en matière d'hydrogène bas carbone ?**

La région compte donc des bassins industriels majeurs (Vallée de la chimie, Plaine de l'Ain, secteur Jarrie...) et de nombreux acteurs de la filière : on peut citer Ataway, HRS, McPhy, Symbio.

Nous avons également des centres de recherche très actifs. En outre, la feuille de route régionale est très ambitieuse, et la Région a d'ailleurs été précurseur sur l'hydrogène, avec par exemple le projet de Zero Emission Valley, ou le projet Alp'Hyne.

Par ailleurs, la région Auvergne-Rhône-Alpes compte beaucoup de zones rurales et de forêts : il y a donc des réflexions à avoir sur le lien avec l'agriculture, le traitement des déchets, la biomasse...

La montagne est également un axe important, avec des usages intensifs particuliers, et un enjeu fort pour rendre la montagne plus verte. Il faut analyser ces aspects-là, et mener des réflexions sur ces écosystèmes locaux. Coordonner les actions pour qu'elles fassent sens, quelles soit viables, notamment d'un point de vue économique et déployables, tels sont les enjeux à venir.

S'il y a un frein, c'est la question du foncier, qui peut être source de difficultés pour l'implantation d'usines et d'entreprises. Il faut capitaliser sur les bassins industriels que l'on a identifiés qui représentent un véritable atout, et compte parmi les plus gros bassins industriels français. Par ailleurs, même si l'implantation de nouveaux sites peut être difficile, les entreprises maintiennent leurs activités en région, avec des centres de R&D, de support au développement par exemple.



# UNE FEUILLE DE ROUTE RÉGIONALE POUR SOUTENIR LA FILIÈRE HYDROGÈNE RENOUVELABLE

La Région Auvergne-Rhône-Alpes s'est engagée dès 2017 pour le développement de la filière.

En 2018, avec le lancement du **projet Zero Emission Valley**, la Région Auvergne-Rhône-Alpes a affiché son ambition d'être la **première région de France pour l'hydrogène**.

En juillet 2020, la Région s'est dotée d'une première **feuille de route Hydrogène renouvelable**, orientée autour de **quatre axes stratégiques** : amplification du marché de l'hydrogène renouvelable, renforcement de la recherche et de l'innovation, formation, et intensification des coopérations européennes.

En **2022**, une **nouvelle feuille de route** prévoit d'**accélérer l'hydrogène Industrie** et l'**émergence d'un écosystème** comprenant des **sites de production massifs**, du **transport par pipe** et du **stockage de grande capacité** pour servir les usages industriels.

L'action régionale s'articule autour de **6 axes stratégiques** :

- Contribuer à l'**écosystème régional**
- Développer des **écosystèmes territoriaux et sectoriels**
- Développer les **infrastructures énergétiques**
- Accompagner le **développement économique** de la filière

La Région co-anime le partenariat européen **S3 Hydrogen Valleys**.

Regroupant plus de **60 Régions européennes**, ce **partenariat vise à faciliter les coopérations entre Régions**.

**Auvergne-Rhône-Alpes a ainsi signé une convention de coopération renforcée avec la Région Piémont en 2019.**

<https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/hydrogen-valleys>

- Soutenir et accélérer l'**innovation**
- Accompagner le **développement commercial à l'international**

Cette stratégie co-animée par les trois pôles de compétitivité Axelera, CARA et Tenerrdis vise la création de 5 000 emplois à terme.

Sources : Région Auvergne-Rhône-Alpes ; EY, « Les écosystèmes de mobilité, première étape pour engager les territoires dans la structuration d'une filière hydrogène », 2020

## TROIS PÔLES DE COMPÉTITIVITÉ FORTEMENT ENGAGÉS POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE



Pôle de compétitivité de la transition énergétique, **Tenerrdis Auvergne-Rhône-Alpes** favorise la

croissance d'activité durable et la création d'emplois pérennes dans les filières des nouvelles technologies de l'énergie. Il regroupe 262 adhérents et mobilise l'ensemble des acteurs pour faire émerger, développer et promouvoir des solutions innovantes pour un monde bas carbone. Soutien historique de la filière hydrogène française depuis plus de 10 ans, Tenerrdis accompagne les démarches innovantes, les projets collaboratifs et les projets de déploiement qui contribuent à la constitution d'écosystèmes H2 auralpins.



Dédié aux systèmes de transport de personnes et de marchandises, le cluster et pôle de compétitivité **CARA Auvergne-Rhône-Alpes**

rassemble 400 membres (industriels, opérateurs de transports, centres de recherche et de formation, collectivités) et accompagne six filières : véhicule industriel, automobile, transport aérien guidé, transport fluvial, mobilités actives, ferroviaire. Il positionne la thématique de l'hydrogène parmi ses priorités en participant à son développement : recensement de la filière, mises en relation, accompagnement de la région, expertise et labellisation de projets, organisation de nombreux événements dédiés.



Pôle de compétitivité de référence des filières chimie-environnement, **Axelera** rassemble 384 membres impliqués dans la gestion maîtrisée de la matière et des ressources environnementales, et vise à favoriser la création de valeur et à contribuer à une industrie responsable et une société durable. L'hydrogène est une priorité

stratégique pour Axelera, qui accompagne ses adhérents dans le déploiement de leurs projets d'innovation et dans leurs développements sur les marchés en France et à l'international. Le pôle est également impliqué dans deux projets européens : Hypster (stockage sous-terrain d'hydrogène) et GreenH2Atlantic (projet de production d'hydrogène renouvelable à Sines, au Portugal).

## LE PROJET ZERO EMISSION VALLEY : UN PROJET STRUCTURANT POUR LA FILIÈRE RÉGIONALE

Le projet **Zero Emission Valley** a été lancé en 2018 par la Région Auvergne-Rhône-Alpes et plusieurs partenaires régionaux.

Il s'agit du premier projet européen de mobilité hydrogène prévoyant le **déploiement simultané des stations et des véhicules**.

Son objectif est d'amorcer la filière hydrogène en Auvergne-Rhône-Alpes à travers la mobilité décarbonée hydrogène.

Pour déployer le projet a été créée la SAS Himpulsion, détenue par la Région, Engie, Michelin, la Banque des Territoires et le Crédit Agricole.

**Avec le projet ZEV, il s'agit de faire de la mobilité hydrogène un levier pour la filière.**

### Les chiffres-clés du projet :

⇒ Budget total de **70 M€ sur 10 ans** (dont 10,1 M€ de financement européen, 15 M€ de la Région Auvergne-Rhône-Alpes, 14,4 M€ de l'Ademe)

⇒ Objectif de **20 stations de distribution d'hydrogène** déployées d'ici fin 2024

⇒ Déploiement de **plus de 400 véhicules légers** (fourgons, berlines)



Co-financed by the Connecting Europe Facility of the European Union



La **deuxième phase du projet ZEV**, lancée en 2021, vise à **favoriser le déploiement de la mobilité lourde hydrogène** sur le territoire.

La Région s'est déjà positionnée sur :

- **3** trains à hydrogène
- **11** bus à haut niveau de service sur la ligne Lyon-Trévoux
- **1** bus hydrogène sur la ligne Lyon-Montluel
- La commande de **15** autocars rétrofit dès 2022 et un objectif de **50** autocars d'ici 2026.

Un dossier rassemblant la Région et 15 partenaires a été déposé auprès de l'Ademe en septembre 2021, prévoyant :

- Le **développement de véhicules lourds** (trains, bus, autocars)
- Le **déploiement d'infrastructures** de production d'hydrogène de grande capacité
- Le **renforcement du réseau** des stations de distribution.

# HYPSTER : LE PREMIER DÉMONSTRATEUR POUR LE STOCKAGE SOUS-TERRAIN D'HYDROGÈNE VERT EN CAVITÉ SALINE

Un projet européen porté par **Storengy**, spécialiste du stockage hydrogène, et localisé à Etrez, dans l'Ain : Hydrogen Pilot Storage for large Ecosystem Replication

Objectif : démontrer la possibilité d'un **stockage souterrain d'hydrogène vert à grande échelle** en cavité saline

Projet **soutenu par le Clean Hydrogen Partnership** et lancé officiellement en janvier 2021

## Les chiffres-clés du projet :

- ⇒ Budget total de **13 M€** (dont 5 M€ de financement européen)
- ⇒ **7 partenaires** européens (Storengy, Armines/Polytechnique, AXELERA, Ineris, ESK, Element Energy, Inovyn)
- ⇒ **2 à 3 tonnes d'hydrogène stockées** en phase de démonstrateur, **44 tonnes visées** à terme
- ⇒ Construction d'un électrolyseur d'**1 MW**



<https://www.hypster-project.eu/>

## Timeline du projet



*Fiers de nos industries*

## Nos dernières publications



A retrouver sur la plateforme d'informations économiques du pôle :

<https://plateforme-iet.auvergnerhonealpes-entreprises.fr>

## Nos partenaires



## Nos sources complémentaires



## Réalisé par :

Claire EA et Mehdi BOUNOUA - Chargés d'études | [iet@arae.fr](mailto:iet@arae.fr)

### AUVERGNE-RHÔNE-ALPES ENTREPRISES

30 Quai Perrache, Immeuble Empreinte - 69002 Lyon

<https://www.auvergnerhonealpes-entreprises.fr/>



Développement  
économique



Innovation



Europe /  
International



Emploi /  
Formation



**INVEST IN**  
Auvergne-Rhône-Alpes



Intelligence  
Économique  
et Territoriale