



# Territoires communautaires – Alliance Inter-métropolitaine Loire-Bretagne

## Etude de potentiel de déploiement hydrogène renouvelable pour les territoires et l'industrie

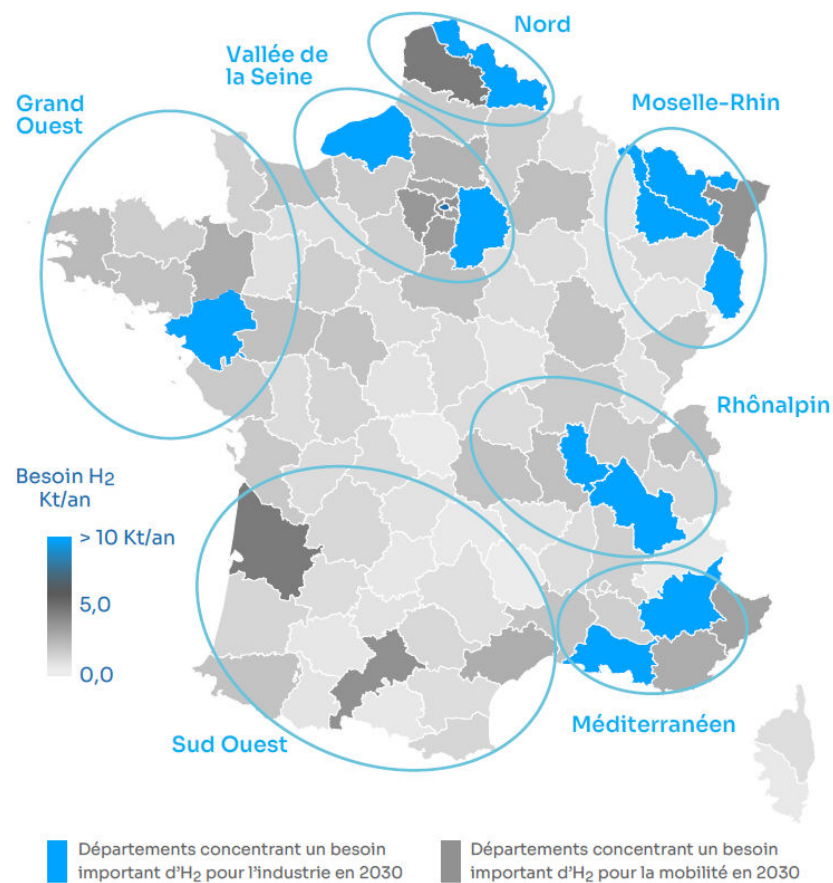
27 Novembre 2023



1. Introduction
2. Phase 1 – Etat des lieux et identification des potentiels
3. Phase 2 – Conduite des entretiens
4. Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement
5. Conclusion

# Contexte lié à l'hydrogène

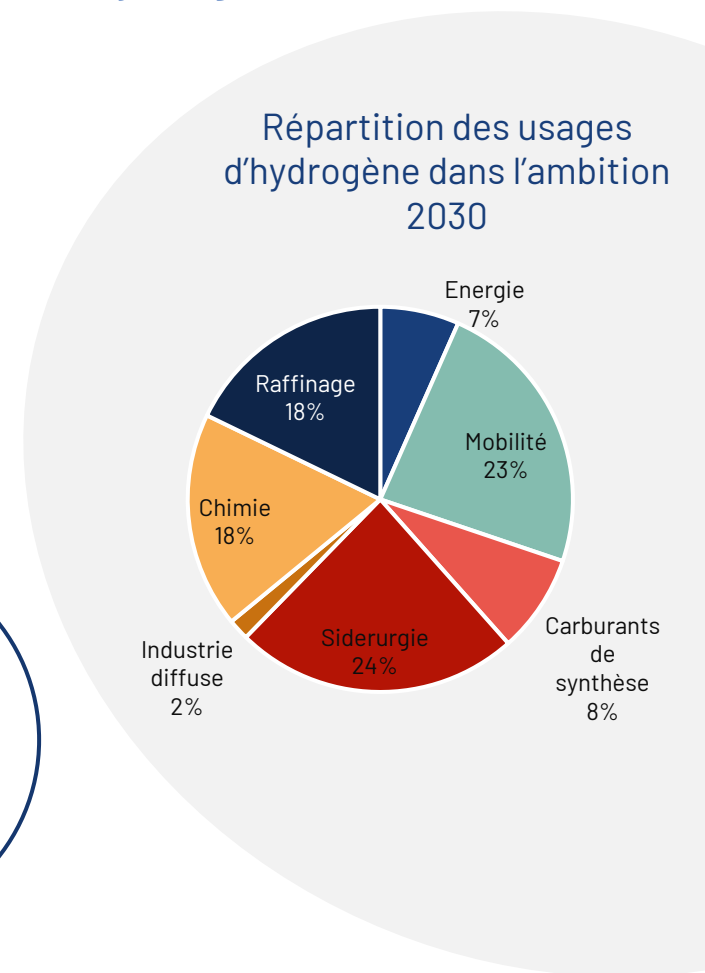
## En France



Source : France Hydrogène

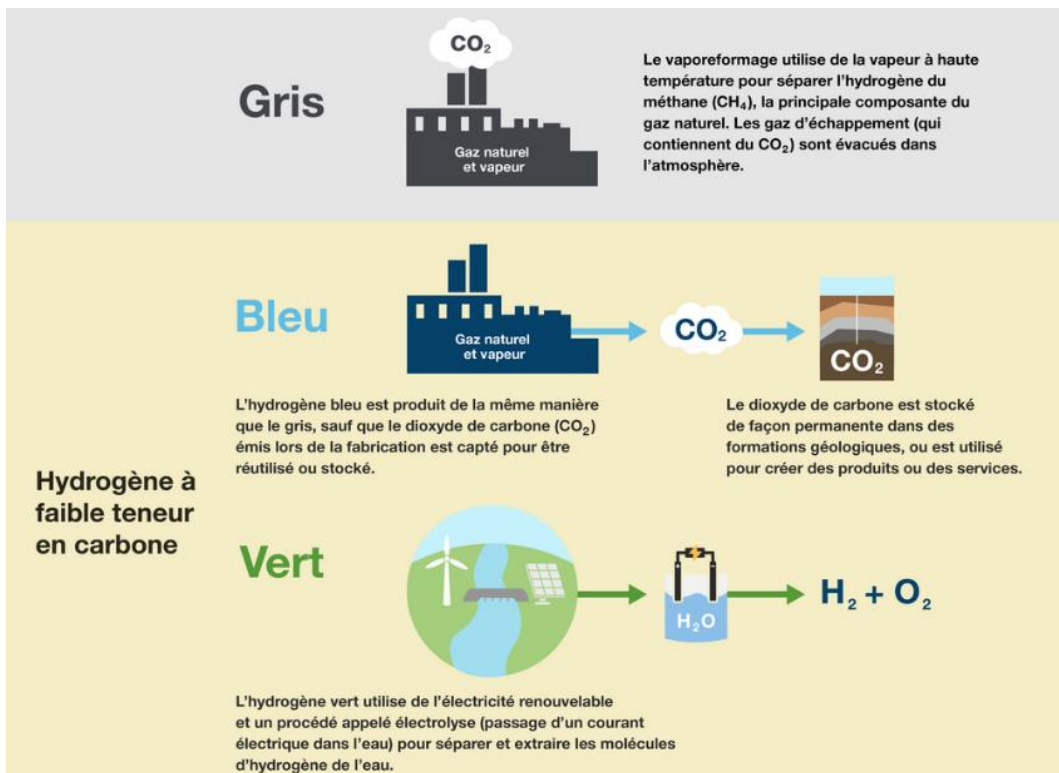
€ 7,2 milliards d'euros annoncés dans le cadre du plan de relance

🎯 **Ambition 2030** : produire 680 k tonnes d'hydrogène bas carbone



# Contexte lié à l'hydrogène

## Production de l'hydrogène



## Acheminement de l'hydrogène

Sous forme :

- gaz (bouteille ou canalisation)
- liquide (camion-citerne)
- solide (technologie non-mûre)



## Usages de l'hydrogène



### Secteur des transports

- Transport routier
- Transport maritime
- Aviation



### Secteur industriel

- Réactif pour la production d'ammoniac, de méthanol et d'acier
- Production de chaleur
- Sidérurgie



### Secteur de l'énergie

- Stockage
- Raffinage

## Marché et aspects économiques

Coûts de production :

Electrolyse à l'eau	Reformage du méthane
6 -14€ /kg H <sub>2</sub>	1 € / kg H <sub>2</sub>

Coûts d'acheminement :

Transport par camion tube	Transport par gazoduc	Transport liquéfié	Transport par OLHC*
0,5 -1,5€ /kg H <sub>2</sub>	0,3-0,5 € / kg H <sub>2</sub>	0,9-1,3 € / kg H <sub>2</sub>	1,4-2 € /kg H <sub>2</sub>

# Contexte et objectifs de la mission

## Contexte de la mission

- Répartition de l'AILB sur 2 régions (Bretagne et Pays de la Loire) et 3 départements (Ille-et-Vilaine, Loire-Atlantique et Morbihan) regroupant un **tissu industriel adressable, des axes de transport significatifs, des projets et une volonté politique** favorisant le développement de l'hydrogène
- Besoin d'une coopération forte sur des **enjeux transverses et stratégiques** (habitat, énergies renouvelables, mobilités décarbonées, transition écologique, formation supérieure...)
- Nécessite de dresser un état des lieux et d'acquérir une **vision stratégique sur le sujet H2** pour pouvoir positionner le territoire sur de futurs Appels à Projets (Régions, ADEME, Union Européenne avec Clean Hydrogen JU, etc.)

## Objectifs de la mission

- Développer une **stratégie de décarbonation territoriale** via les solutions d'hydrogène renouvelable
- **Identifier et mobiliser les acteurs** sur le territoire :
  - Industriels porteurs de solutions H2 (production, distribution, consommation, équipementiers)
  - Usagers/consommateurs d'H2 (industriels, gestionnaires de flottes captive de véhicules, transporteurs routiers, ferroviaires voire maritimes)
  - Financeurs de projets publics/privés (le cas échéant)

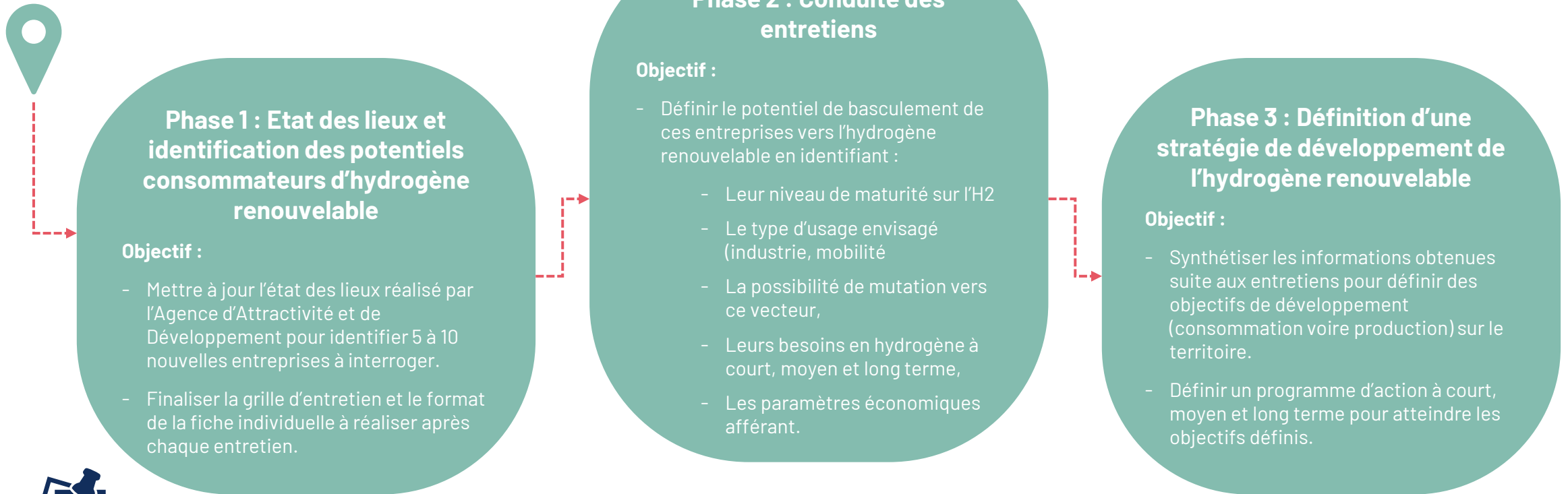


### Opportunité

Permettre à l'AILB de se positionner rapidement et efficacement éventuellement sur un appel à projet « **Ecosystème territoriaux hydrogène** » de l'**ADEME** suite à ce travail d'identification du potentiel hydrogène renouvelable et la définition d'une stratégie de développement sur le territoire

# Méthode proposée et livrables

## Phasage de la mission



- **Un rapport global**
- **Douze fiches d'entretien**
- **Deux notes de synthèse :**
  1. Analyse comparative pour une production locale d'hydrogène
  2. Enjeux et préconisations aux acteurs économiques, politiques et institutionnels

# Phase 1 – Etat des lieux et identification des potentiels

## Méthodologie

**Objectif :** Identification des utilisateurs potentiels en priorisant sur la mobilité après avoir analysé le potentiel dans l'industrie sur le territoire.

### Méthodologie :

- Analyser de l'étude/travail d'identification réalisé par l'Agence d'Attractivité et de Développement (15 entreprises) ;
- **Identifier les potentielles nouvelles entreprises adressables dans l'industrie** (analyse des classifications ICPE) et **dans la mobilité** (analyse du répertoire SIRENE des entreprises dans des secteurs clés. Des bases de données complémentaires pourront être recherchées et mobilisées. Les entreprises visées seront notamment :
  - les entreprises de logistiques,
  - les services de collecte et gestion des déchets,
  - les services de transport,
  - des coopératives agricoles (éventuellement),
  - les industries manufacturières et agro-alimentaires (éventuellement),



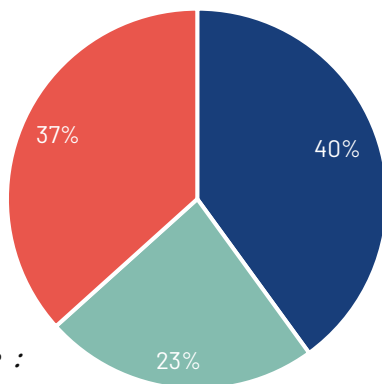
# Phase 1 – Etat des lieux et identification des potentiels

## Une trentaine d'entreprises présentant un potentiel théorique de conversion à l'hydrogène

Priorisation des entreprises selon plusieurs critères :

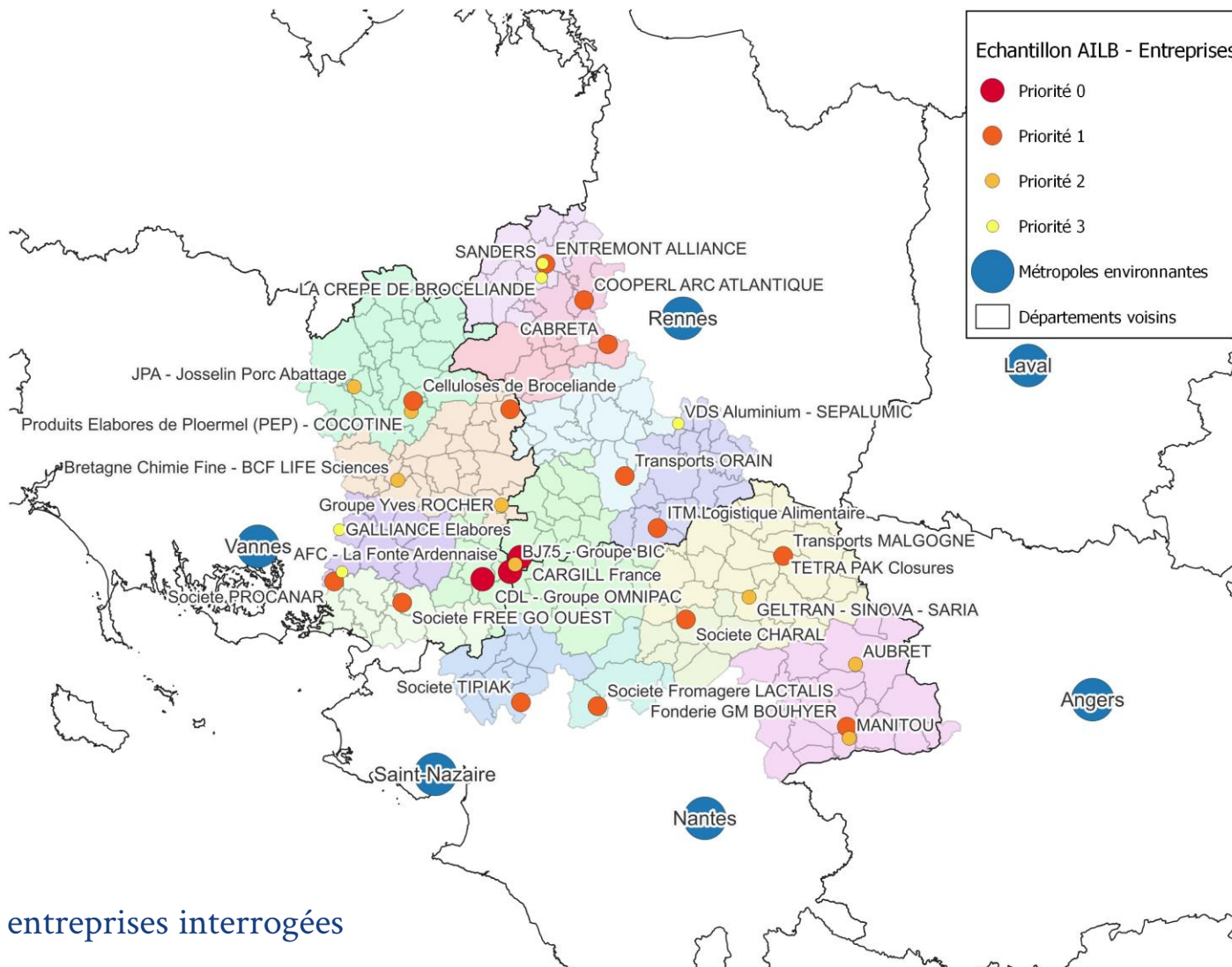
- Localisation géographique
- Secteur d'activité
- Opportunités de prise de contact

■ Oui ■ Non intéressé ■ Pas de réponse



Taux de réponse :

➔ 12 entreprises interrogées





## Phase 2 – Conduite des entretiens

### Méthodologie

**Objectif :** Identifier et caractériser les **entreprises** susceptibles de consommer de l'hydrogène à court, moyen et long termes

#### Méthodologie :

- Identifier ce **gisement de consommation** et le qualifier sur l'ensemble du territoire et par zone géographique identifiées (volume, fréquence d'approvisionnement, pureté nécessaire, contrainte de sécurité/sûreté, interaction possible avec d'autres entreprises voisines, éventuellement en gain en termes d'émission de CO<sub>2</sub>, etc) ;
- Identifier les **secteurs concernés** par la substitution hydrogène et **les freins** associés à cette conversion (modification de process, investissement, contraintes réglementaires) ;
- **Cartographier et hiérarchiser** les gisements de consommation d'hydrogène en termes de probabilité, de faisabilité, de taille du gisement, d'intérêt etc...

# Phase 2 – Conduite des entretiens

## Questionnaire

### Objectif :

- Connaître le positionnement de l'entreprise sur ce vecteur énergétique, le niveau de maturité sur ce sujet et la temporalité d'une conversion potentielle
- Identifier les capacités d'investissement et décisionnelles, les projets en cours
- Préciser le gisement potentiel de conversion à l'hydrogène pour deux usages : l'industrie et la mobilité
- Sensibiliser les sociétés aux solutions hydrogène et les informer des APP en cours l'ADEME

### Format des entretiens :

- Entretiens semi-dirigés d'une durée de 1h
- Fiche individuelle d'entretien

**Fiche individuelle d'entretien (1/3)**

Paragraphe introductif de l'AILB et de l'étude commanditée

**Fiche individuelle d'entretien (2/4)**

**Usage Industrie – Gisement de chaleur fatale**

Gisement déjà mesuré/quantifié/estimé localement?	
Gisement déjà exploité?	
Acceptabilité et/ou motivation à l'idée de récupération d'énergie	
Capacités d'investissements? TRI attendu sur un projet EnR	
Connaissez-vous les appels d'offre de l'ADEME dans le cadre du plan de relance?	

**Usage Industrie – Évo**

Echéance prévue de renouvellement des systèmes endothermiques ou exothermiques	
Evolution des besoins prévus	
Investissements sur les process prévus à court/moyen/long termes	

**Fiche individuelle d'entretien (3/4)**

**Usage hydrogène Mobilité – Parc automobile**

Combien de véhicules de différentes catégories votre entreprise met-elle en œuvre?	
Quel est l'usage principal des véhicules de votre entreprise?	
Quelle est la distance moyenne parcourue par chaque véhicule dans une journée, une semaine, un mois?	
Quelles sont vos consommations de carburants journalières, hebdomadaires, mensuelles?	
Quel est le renouvellement courant du parc automobile (nb de véhicules achetés dans l'année par catégorie)?	

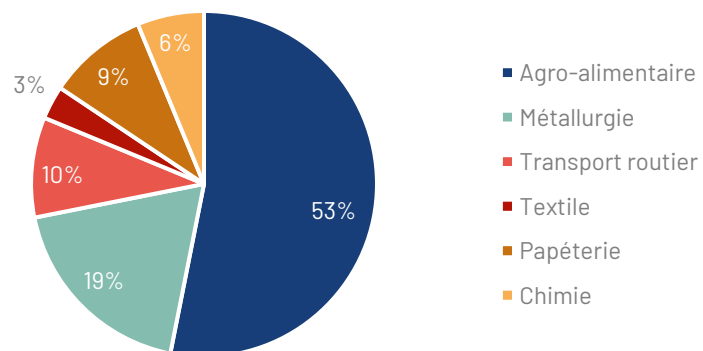
**Usage hydrogène Mobilité – Connaissance actuelle**

Votre entreprise possède-t-elle des véhicules à motorisations autres que thermiques (GNV, électrique, ...)?	
Connaissez-vous le principe de la motorisation hydrogène, les véhicules disponibles sur le marché, leurs caractéristiques?	
Avez-vous envisagé d'acquérir des véhicules hydrogène?	
Si vous n'avez pas acquis ses véhicules, pouvez-vous nous en indiquer les raisons : coût, modèles adaptés non disponibles, infrastructures d'avitaillement non suffisantes, ...?	
Votre parc compte-t-il des véhicules à motorisation hydrogène?	

# Phase 2 – Conduite des entretiens

## Profil des entreprises interrogées

Secteur d'activité des entreprises interrogées



Entreprise	Commune	EPCI	Secteur d'activité
<b>FREE GO OUEST</b>	Péaule	CC Arc Sud Bretagne	Transport de marchandise
<b>Celluloses de Brocéliande</b>	Ploërmel	CC Ploërmel Communauté	Hygiène
<b>Fonderie GM BOUHYER</b>	Ancenis-Saint-Géréon	CC Pays d'Ancenis - COMPA	Fonderie de fonte
<b>PROCANAR – Groupe LDC</b>	Lauzach	CC Questembert Communauté	Industrie Agroalimentaire
<b>Transports ORAIN</b>	Guipry-Messac	CC Vallons de Haute Bretagne	Transport de marchandise
<b>Coopérative Garun-Paysanne</b>	Montauban-de-Bretagne	CC Saint-Méen / Montauban	Nutrition animale
<b>Sanders</b>	Montauban	CC Saint-Méen / Montauban	Alimentation animale
<b>Groupe OMNIPAC</b>	Allaire	CA Redon Agglomération	Fabrication de papier/ carton
<b>CABRETA</b>	Bréal-sous-Montfort	CC de Brocéliande	Carrossier constructeur de bennes
<b>Mix Buffet</b>	Guer	CC de l'Oust à Brocéliande	Industrie Agroalimentaire
<b>Yves Rocher</b>	La Gacilly	CC de l'Oust à Brocéliande	Cosmétiques
<b>Bretagne Chimie Fine - BCF LIFE Sciences</b>	Pleucadeuc	CC de l'Oust à Brocéliande	Chimie Fine



### Limites de la démarche :

- Echantillon interrogé (50% des entreprises sollicitées)
- Volume et incertitude des données récoltées



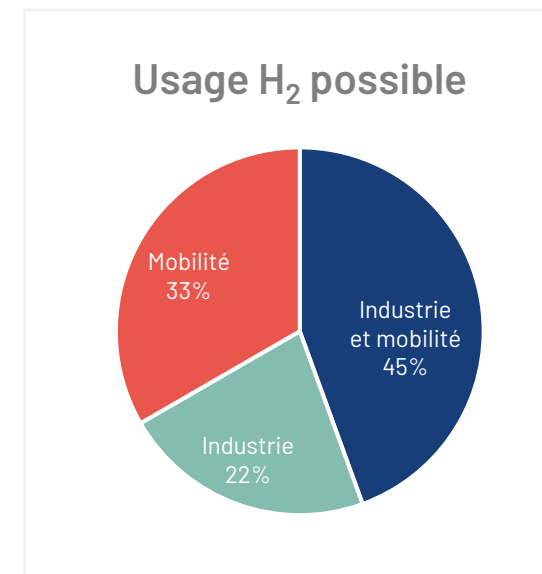
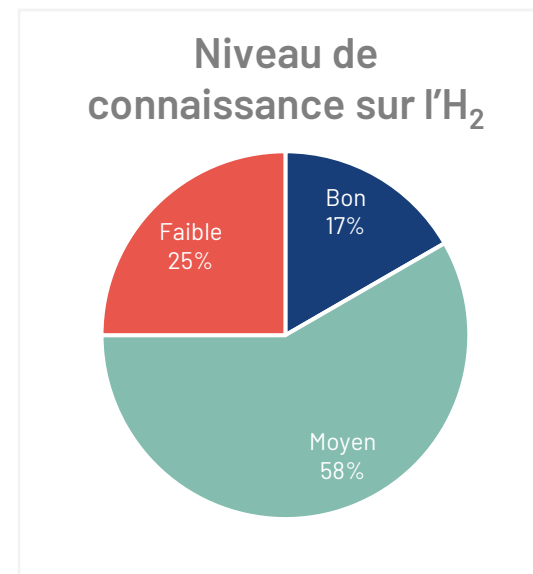
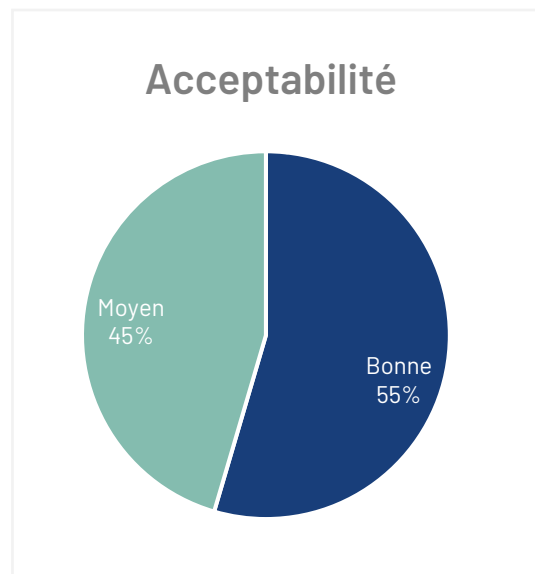
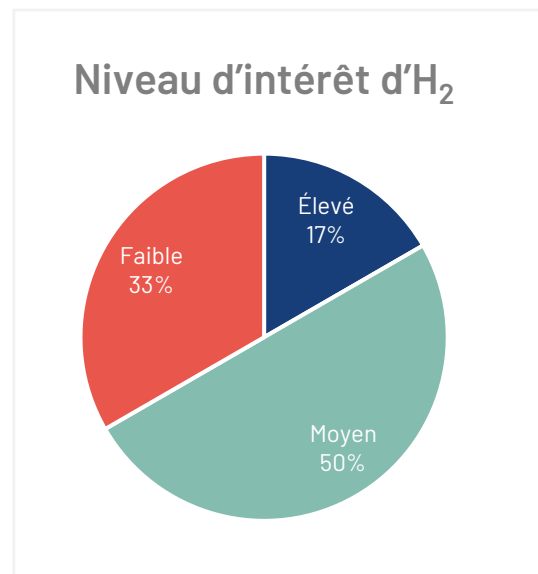
### Les points forts de la démarche :

- Bon moyen pour connaître le niveau d'intérêt des entreprises et la temporalité d'un changement
- Sensibilisation et meilleure compréhension des enjeux

## Phase 2 – Conduite des entretiens

### Synthèse des entretiens (1/2)

Quelques indicateurs :



#### En synthèse :

- A court terme, le vecteur hydrogène n'est pas envisagé comme une option de décarbonation à cause du surcoût et des problèmes d'approvisionnement
- Néanmoins, l'acceptabilité est assez bonne et des entreprises sont ouvertes à l'expérimentation

## Phase 2 – Conduite des entretiens

### Synthèse des entretiens (2/2)

#### Obstacles au passage à l'hydrogène :

##### Mobilité

- Coût d'investissement élevé des véhicules à hydrogène
- Difficultés d'approvisionnement lié à un manque de stations de ravitaillement

##### Industrie

- Freins techniques (R&D)
- Manque de connaissances sur les procédés industriels utilisant ce vecteur énergétique
- Difficultés d'approvisionnement de gros volumes et de stockage
- Classification SEVESO

#### Opportunités au passage à l'hydrogène :

- Créer un réseau de ravitaillement en hydrogène en différents points stratégiques, sur le territoire (Redon) et en périphérie (ouest de Rennes, nord de Nantes et Vannes)
- Centraliser les fournisseurs pour simplifier l'approvisionnement
- Obtenir une offre de véhicules lourds et de chariots élévateurs à hydrogène à des prix compétitifs
- Formuler les solutions techniques et les coûts associés à une conversion
- Définir plus clairement les acteurs et les partenaires
- Clarifier la stratégie à l'échelle locale
- Communiquer davantage sur les projets existants, les appels à projets existants et les subventions disponibles

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Méthodologie

**Objectif :** Dresser une **vision stratégique** du développement de l'hydrogène renouvelable sur le territoire de l'AILB en dimensionnant notamment les usages et les éventuelles productions d'hydrogène renouvelable.

### Méthodologie :

- Identifier les **principaux pôles de développement** afin de permettre l'émergence d'écosystèmes hydrogènes futurs
- Analyser différents **scénarios tendanciels** sur la demande en hydrogène, a priori principalement dans la mobilité et basée sur :
  - l'évolution du prix des carburants (essence, diesel, électricité, GNV et H2)
  - la ressource potentielle en hydrogène renouvelable sur le territoire
  - l'intérêt des gestionnaires de flottes captives quant à la conversion en faveur de l'hydrogène renouvelable
  - l'évolution technologique et financiers des solutions impliquant l'hydrogène renouvelable

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

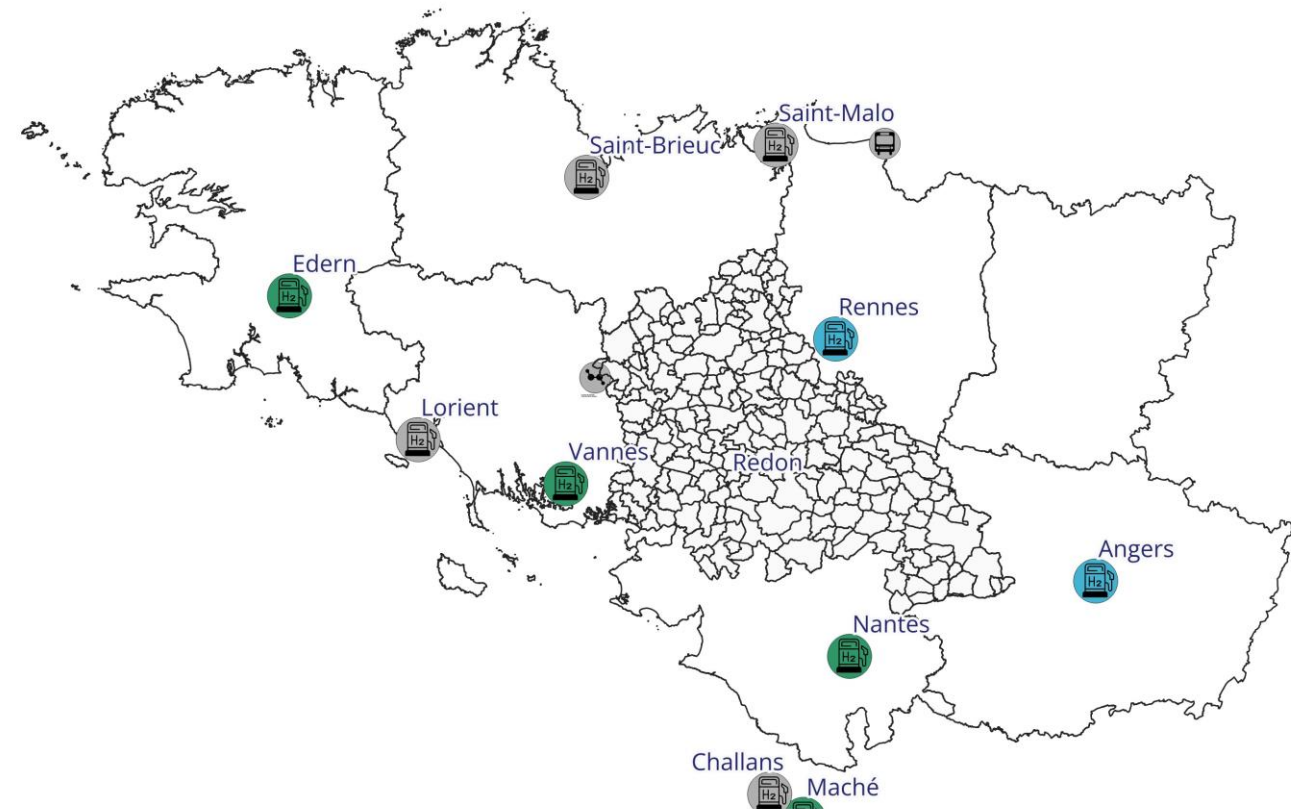
## Opportunités de production, de stockage et de distribution

### ➤ Stations de ravitaillement :







- Vannes : 1 station avec une capacité 300 kg/jour
- Nantes : 3 stations avec une capacité totale de 86 kg/jour
- Projets en cours : Lorient, Challans, Saint-Brieuc et Saint-Malo

### ➤ Usines de production d'hydrogène vert :

- Projets en cours : Buléon



### Légende

Stations de ravitaillement H2	Autres projets H2
 En fonctionnement	 Production H2 (électrolyse à l'eau) - En projet
 En projet	 Stockage H2 (réservoir H2X) - En projet
 Potentiel	 Construction de semi-remorques frigorifiques - En projet



# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Opportunités de production, de stockage et de distribution

### ➤ Stations de ravitaillement :

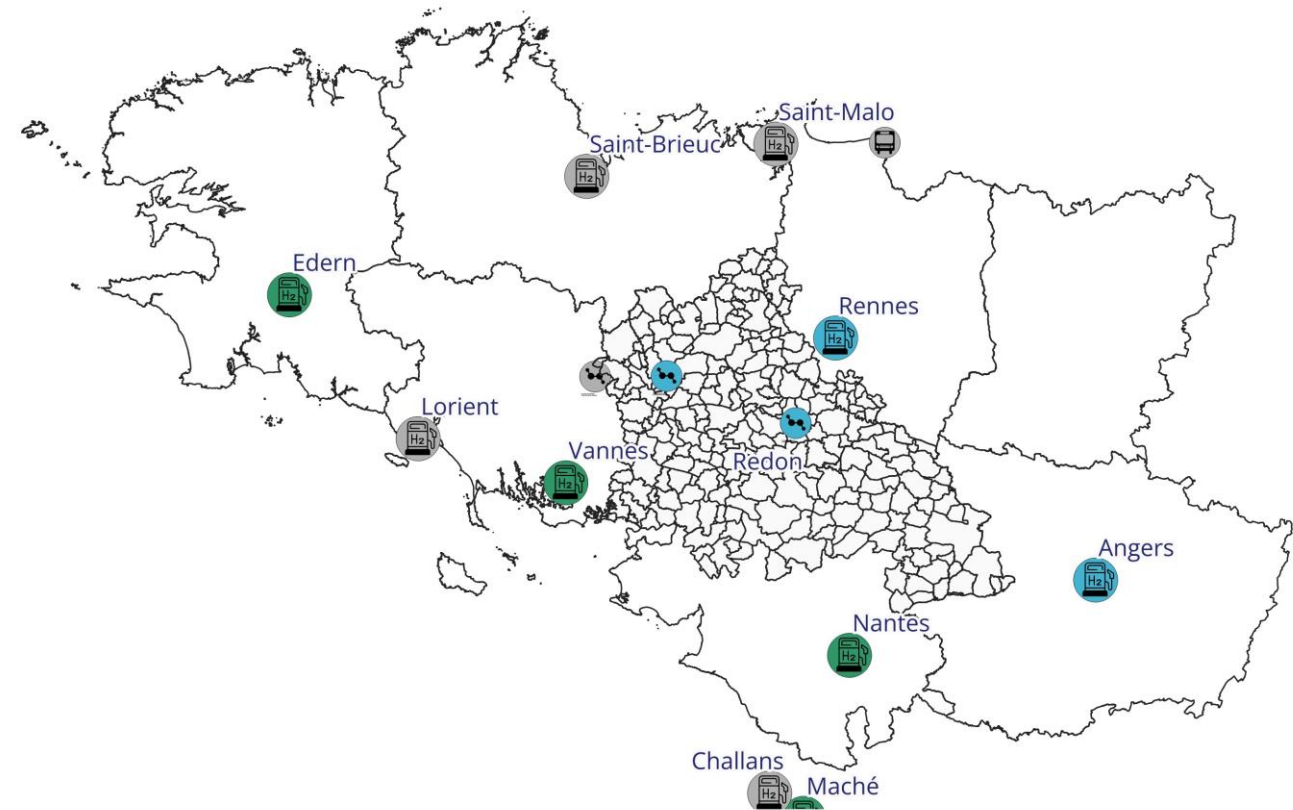
- Vannes : 1 station avec une capacité 300 kg/jour
- Nantes : 3 stations avec une capacité totale de 86 kg/jour
- Projets en cours : Lorient, Challans, Saint-Brieuc et Saint-Malo

### ➤ Usines de production d'hydrogène vert :








- Projets en cours : Buléon

### ➤ Entreprises favorables à produire/ stocker de l'H<sub>2</sub> :

- Transports Orain
- Cellulose de Borcéliande



### Légende

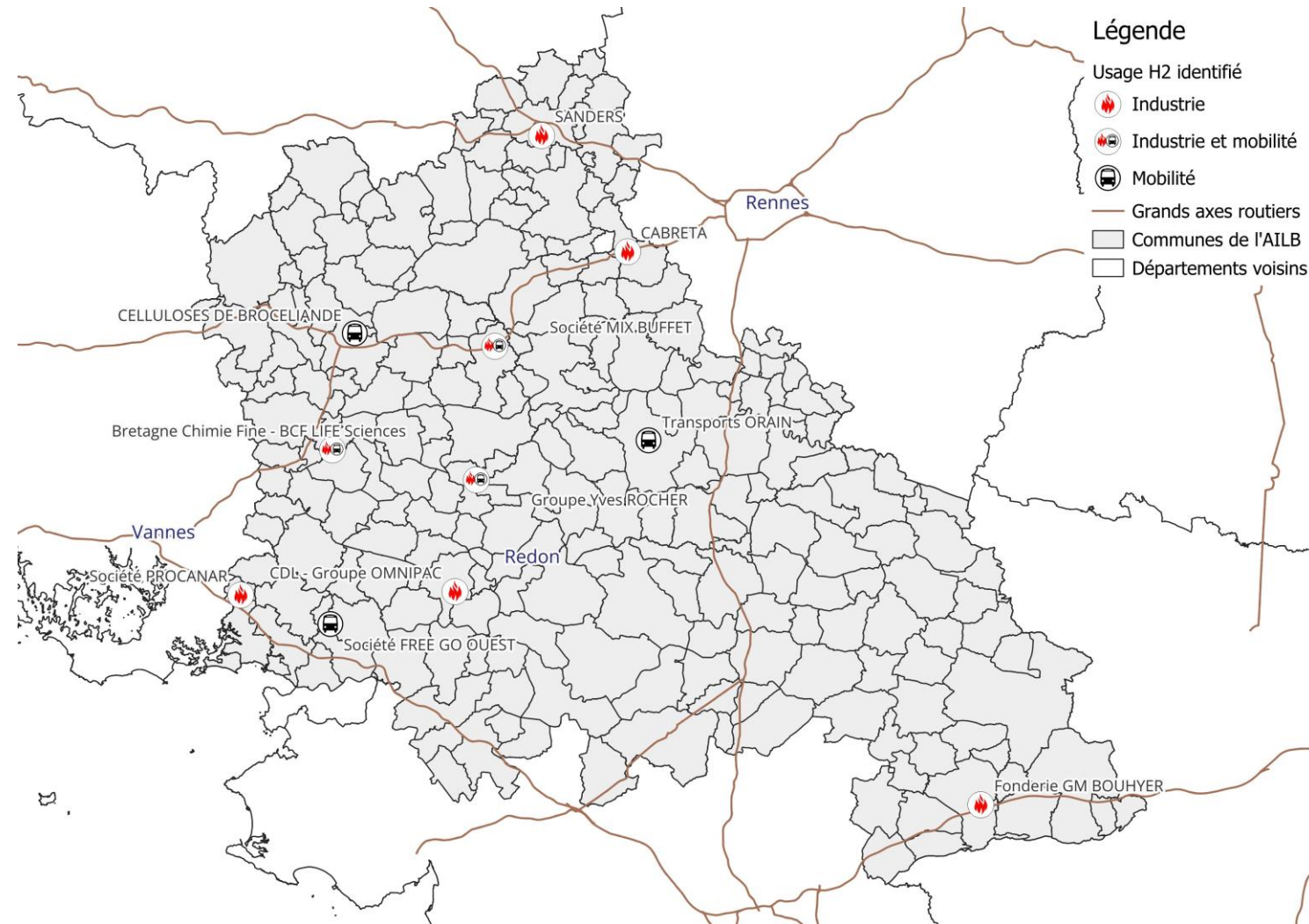
- |   |   |   |
|---|---|---|
|  En fonctionnement |  Production H2 (électrolyse à l'eau)<br>- En projet          |  Potentiel de production et/ou stockage (entreprises AILB) |
|  En projet         |  Stockage H2 (réservoir H2X)<br>- En projet                  |   |
|  Potentiel         |  Construction de semi-remorques frigorifiques<br>- En projet |   |

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Utilisateurs potentiels d'hydrogène

➤ Usages identifiés parmi les sociétés interrogées :

- **Industrie** : production de chaleur, sidérurgie
- **Mobilité** : transport routier, scolaire, chariots élévateurs



# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

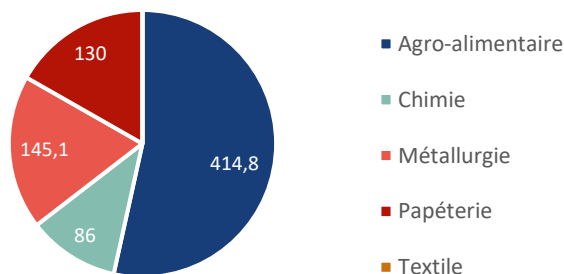
## Utilisateurs potentiels d'hydrogène : secteur industrie

### ➤ Consommation du secteur industriel de l'AILB :

- Consommation de gaz : 1 583 GWh/an
- Consommation d'électricité : 1 287 GWh/an

### ➤ Répartition de la consommation de gaz par secteur d'activité :

Consommation de gaz par secteur d'activité



### ➤ Maturité technologique des secteurs énergétiques :

	Maturité technologique	Temps de structuration du secteur (années)	Prospection à passer à l'H <sub>2</sub>
Agro-alimentaire	Moyenne	5	Moyen
Chimie	Elevé	3	Elevé
Métallurgie	Faible	7	Moyen
Papèterie	Faible	7	Faible
Textile	Faible	7	Faible

### ➤ Hypothèses de scénarisation :

- Entreprises ayant réalisé un entretien

Hypothèse avec entretien	2030			2040		
si intérêt	Faible	Moyen	Elevé	Faible	Moyen	Elevé
Industrie	0%	20%	60%	0%	40%	80%

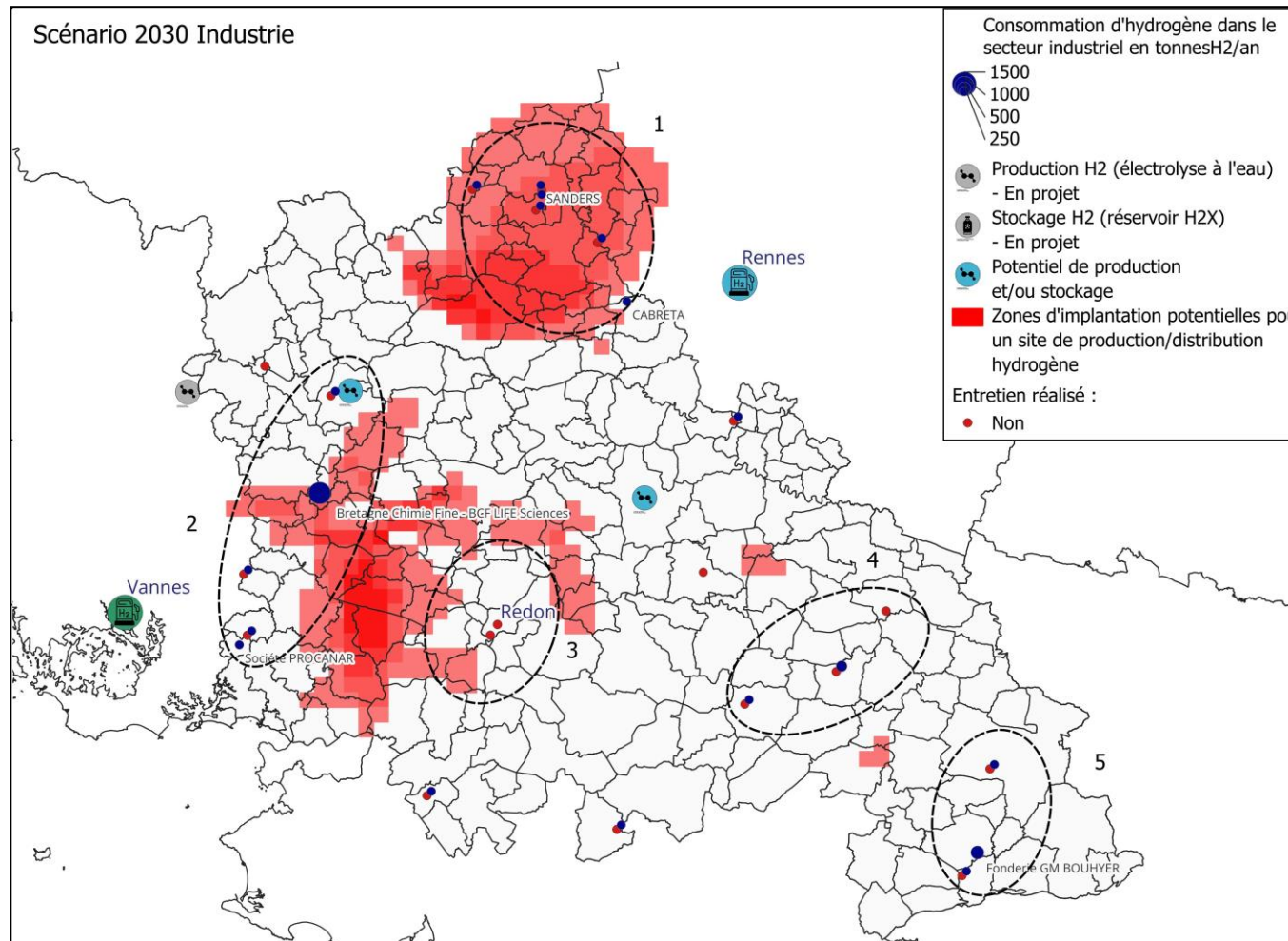
- Entreprises n'ayant pas réalisé d'entretien

Secteur	2030	2040
Agro-alimentaire	10%	20%
Chimie	15%	25%
Métallurgie	5%	20%
Papèterie	2%	3%
Textile	2%	3%
Mobilité	5%	15%

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Utilisateurs potentiels d'hydrogène : secteur industrie

### ➤ Résultats de la scénarisation horizon 2030 :



	<b>2030</b>
<b>Consommation H<sub>2</sub> (en tonnes/an)</b>	2 700
<b>Capacité installée - électrolyse (MW)</b>	16-18

### ➤ Consommation projetée :

Numéro pôle	Tonnes H <sub>2</sub> /an
1	266
2	1230
3	0
4	271
5	583

### ➤ Entreprises intéressantes :

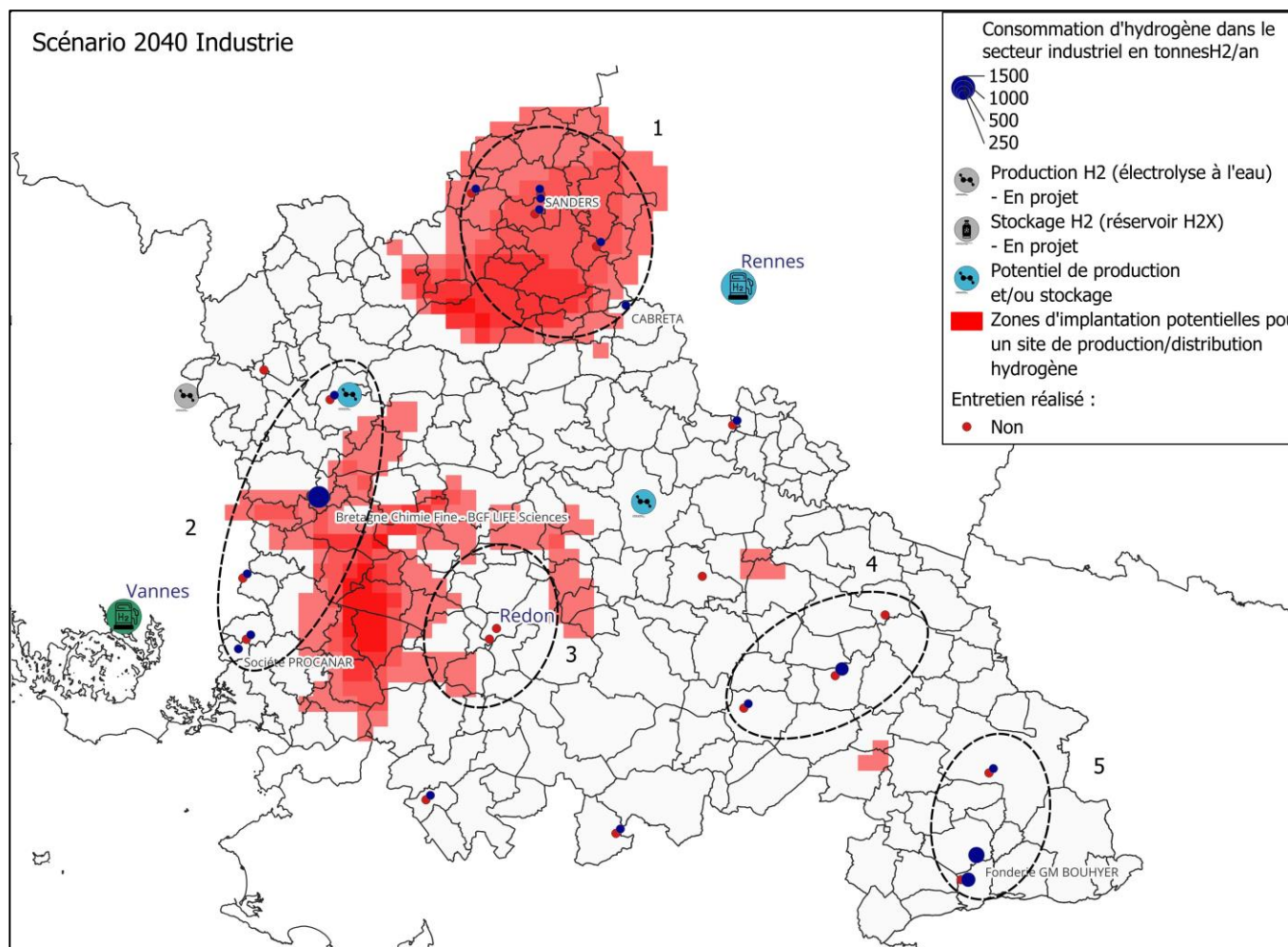
- BFC LIFE Sciences : besoin en 2030 estimé à 1000 tonnes annuelles



# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Utilisateurs potentiels d'hydrogène : secteur industrie

### ➤ Résultats de la scénarisation horizon 2040 :



	<b>2040</b>
<b>Consommation H<sub>2</sub> (en tonnes/an)</b>	4 400
<b>Capacité installée - électrolyse (MW)</b>	27-29

### ➤ Consommation projetée :

Numéro pôle	Tonnes H <sub>2</sub> /an
1	492
2	1560
3	0
4	482
5	1302

### ➤ Entreprises intéressantes :

- BFC LIFE Sciences : besoin en 2040 estimé à 1300 tonnes annuelles

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Utilisateurs potentiels d'hydrogène : secteur mobilité

### ➤ Entreprises de logistique identifiées :

- Transport ORAIN
- ITM Logistique (non interrogé)
- FREE GO OUEST

### ➤ Usages dans la mobilité considérés :

- Transport routier
- Transport scolaire
- Véhicules légers
- Chariots élévateurs

### ➤ Maturité technologique des secteurs énergétiques :

	Maturité technologique	Temps de structuration secteur (années)	Prospections à passer à l'H <sub>2</sub>	Kg H <sub>2</sub> consommé /100km
<b>Chariots élévateurs</b>	Elevé	3	Moyenne	5
<b>Véhicules légers</b>	Elevé	3	Moyenne	1
<b>Transport routier</b>	Moyenne	7	Elevé	8
<b>Autocar</b>	Moyenne	5	Moyenne	9

### ➤ Hypothèses de scénarisation :

- Entreprises ayant réalisé un entretien

Hypothèse avec entretien	2030			2040		
si intérêt	Faible	Moyen	Elevé	Faible	Moyen	Elevé
<b>Mobilité</b>	0%	30%	40%	0%	60%	80%

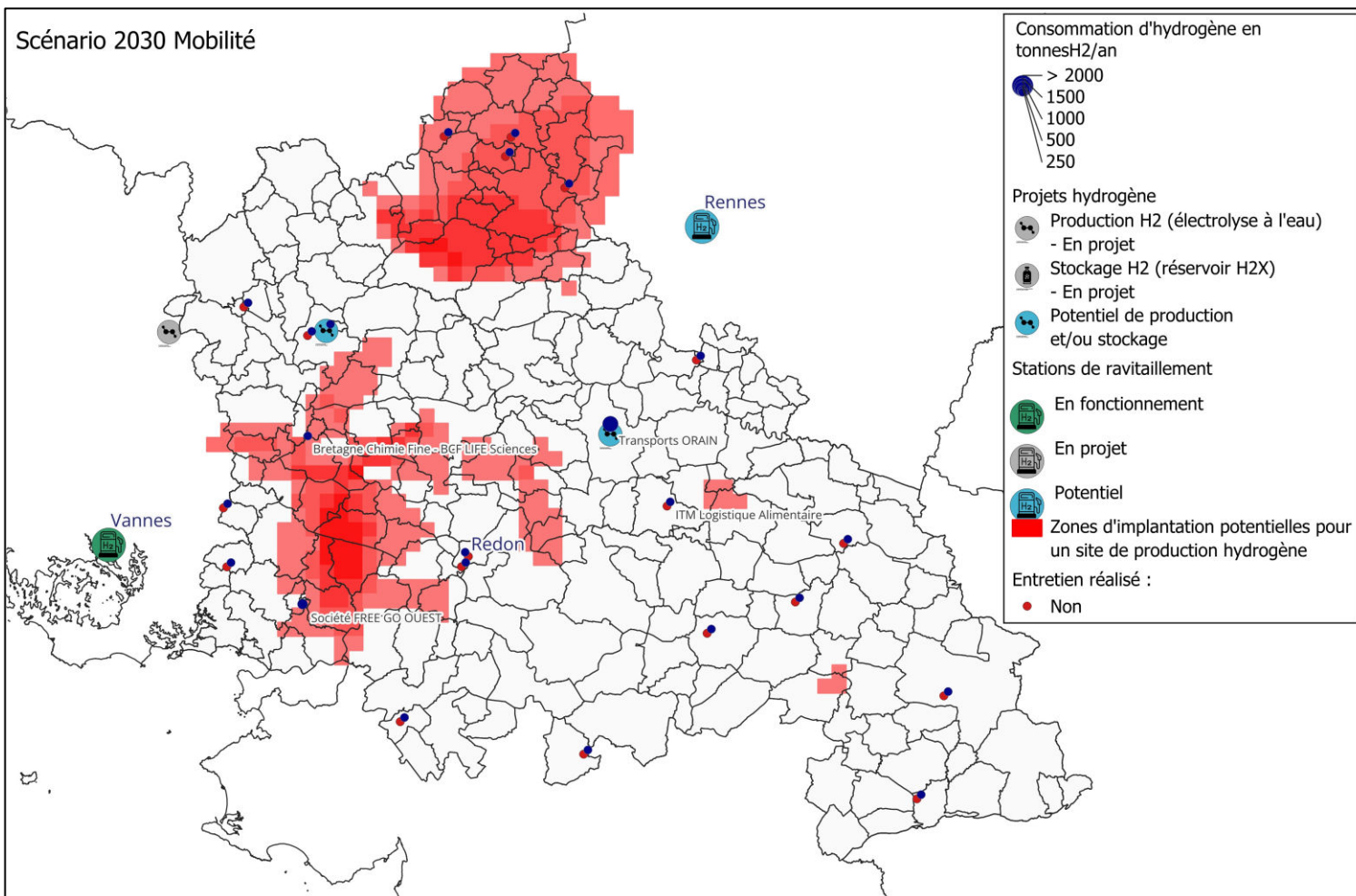
- Entreprises n'ayant pas réalisé d'entretien

- ✓ En moyenne, les industries possèdent entre 2 à 3 chariots élévateurs dont 60% sont électriques et 40% thermiques
- ✓ Les chariots élévateurs fonctionnent 1500 heures par an pour un usage moyen
- ✓ Les entreprises disposent de peu de véhicules légers en propre (2 à 3 véhicules)
- ✓ Les véhicules légers fonctionnant au diesel circulent en moyenne 14109 km/an et les véhicules électriques 8924 km/an (SDES)
- ✓ Les poids lourds circulent en moyenne 43644 km/an (SDES)

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Utilisateurs potentiels d'hydrogène : secteur mobilité

### ➤ Résultats de la scénarisation horizon 2030 :



	<b>2030</b>
<b>Consommation H<sub>2</sub> (en tonnes/an)</b>	1 600
<b>Capacité installée - électrolyse (MW)</b>	10

### ➤ Parc automobile considéré :

	<b>Chariots élevateurs</b>	<b>Véhicules légers</b>	<b>Véhicules lourds</b>
<b>Nb</b>	152	572	313

### ➤ Entreprises intéressantes :

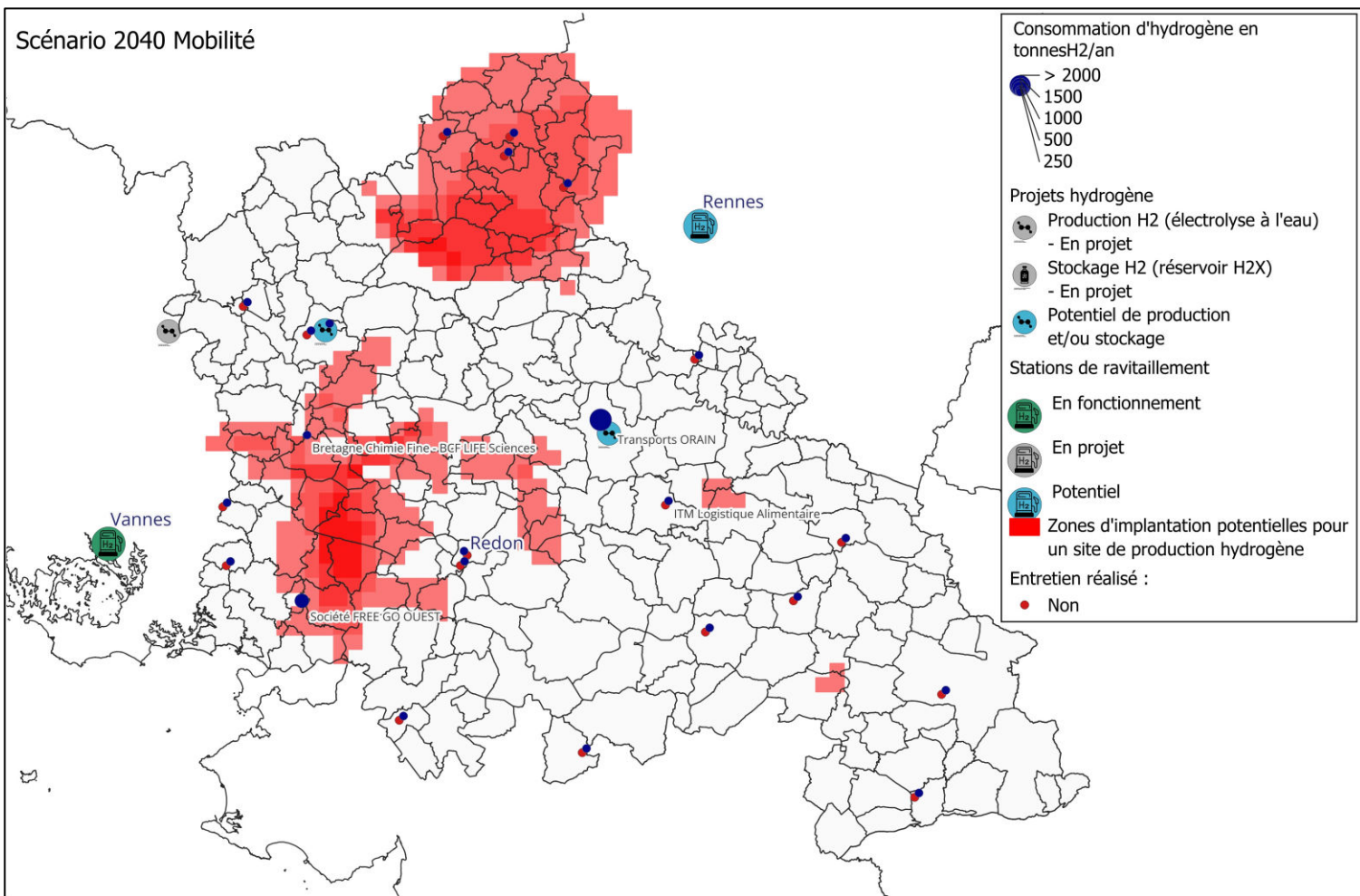
	<b>Besoins en tonne H<sub>2</sub> en 2030</b>
Transports ORAIN	1094
ITM Logistique Alimentaire	23
Société FREE GO OUEST	461



# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Utilisateurs potentiels d'hydrogène : secteur mobilité

### ➤ Résultats de la scénarisation horizon 2040 :



	<b>2040</b>
<b>Consommation H<sub>2</sub> (en tonnes/an)</b>	3 200
<b>Capacité installée - électrolyse (MW)</b>	20

### ➤ Parc automobile considéré :

	<b>Chariots élevateurs</b>	<b>Véhicules légers</b>	<b>Véhicules lourds</b>
<b>Nb</b>	152	572	313

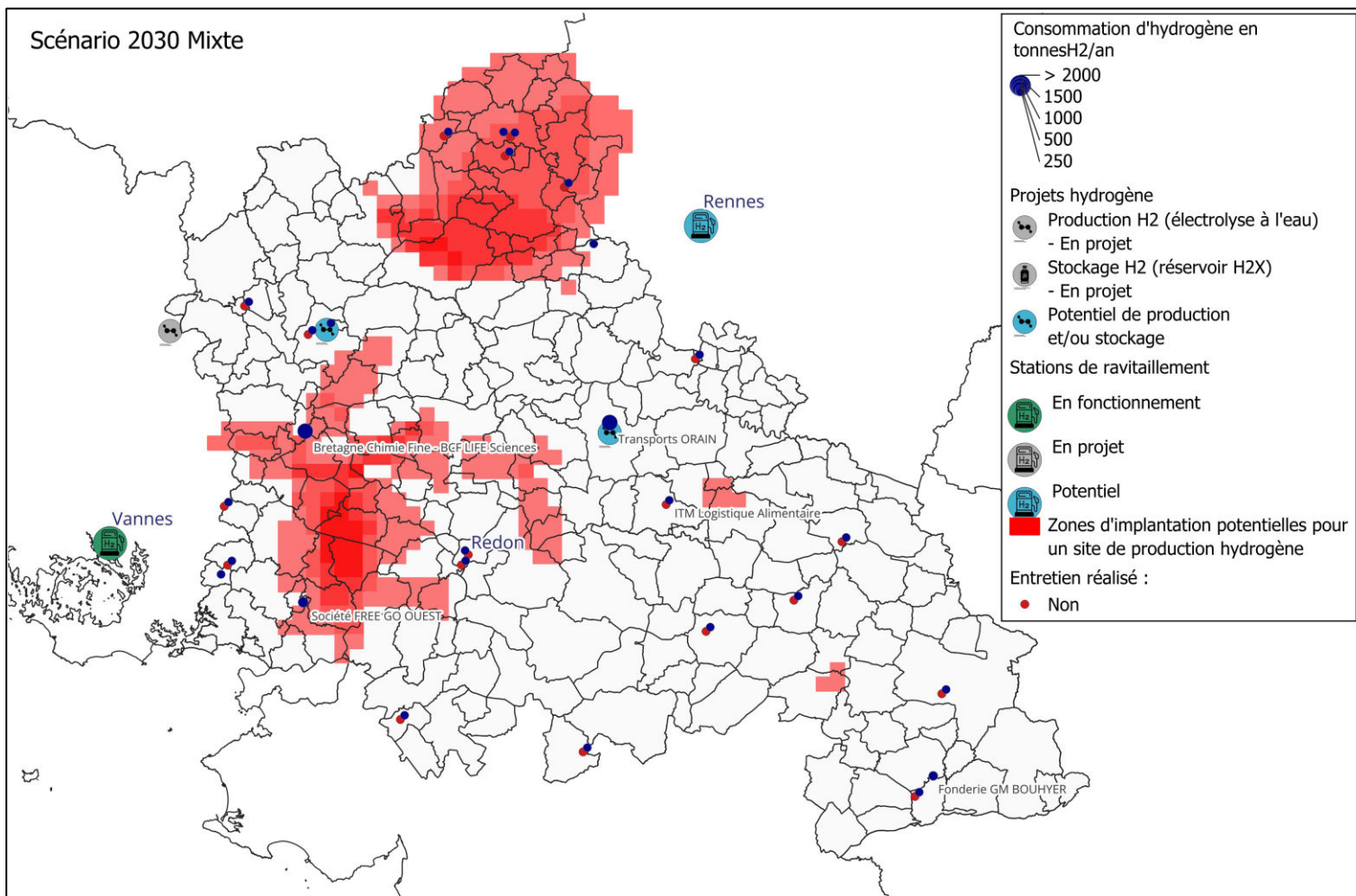
### ➤ Entreprises intéressantes :

	<b>Besoins en tonne H<sub>2</sub> en 2040</b>
Transports ORAIN	2189
ITM Logistique Alimentaire	70
Société FREE GO OUEST	922

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

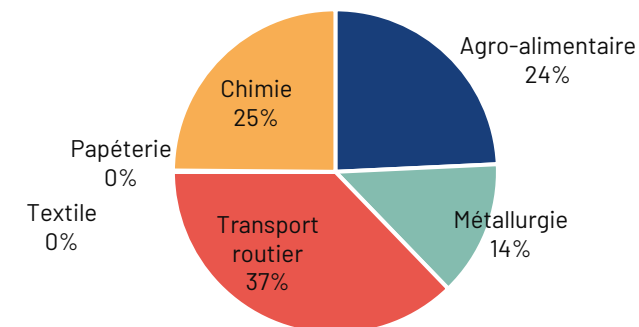
## Utilisateurs potentiels d'hydrogène : scénario mixte

### ➤ Résultats de la scénarisation horizon 2030 :



	2030
<b>Consommation H<sub>2</sub> (en tonnes/an)</b>	4 200
<b>Capacité installée - électrolyse (MW)</b>	25 - 30

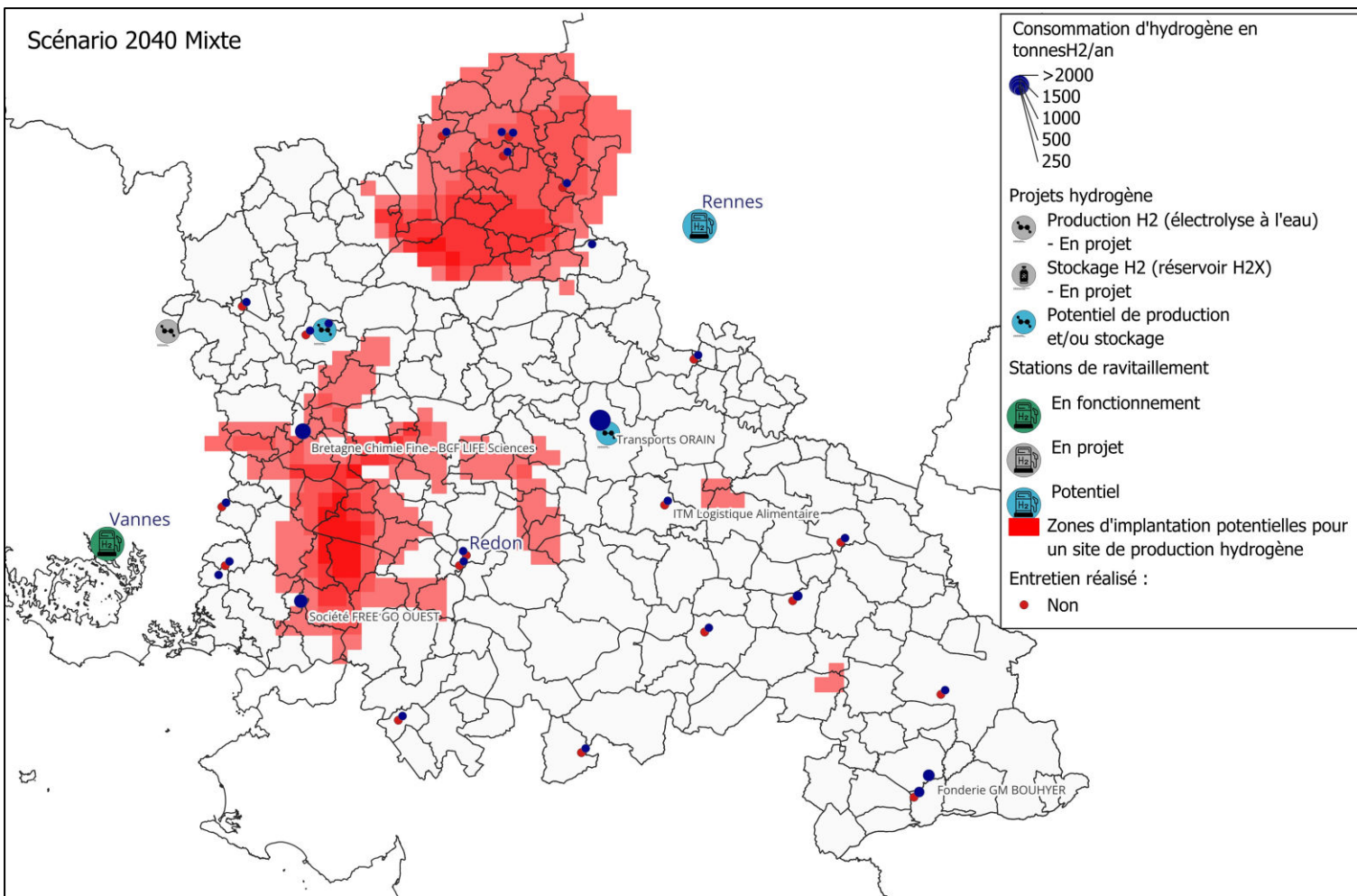
### ➤ Répartition secteur :



# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

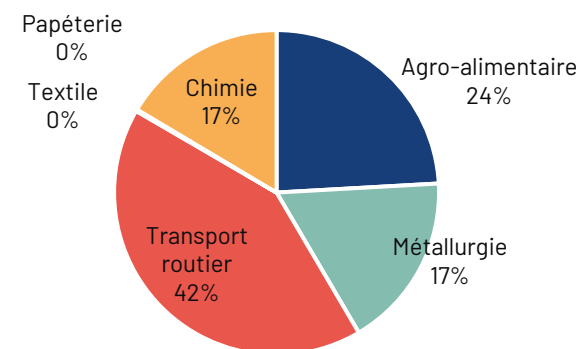
## Utilisateurs potentiels d'hydrogène : scénario mixte

### ➤ Résultats de la scénarisation horizon 2040 :



	2040
Consommation H <sub>2</sub> (en tonnes/an)	7 600
Capacité installée - électrolyse (MW)	45 - 50

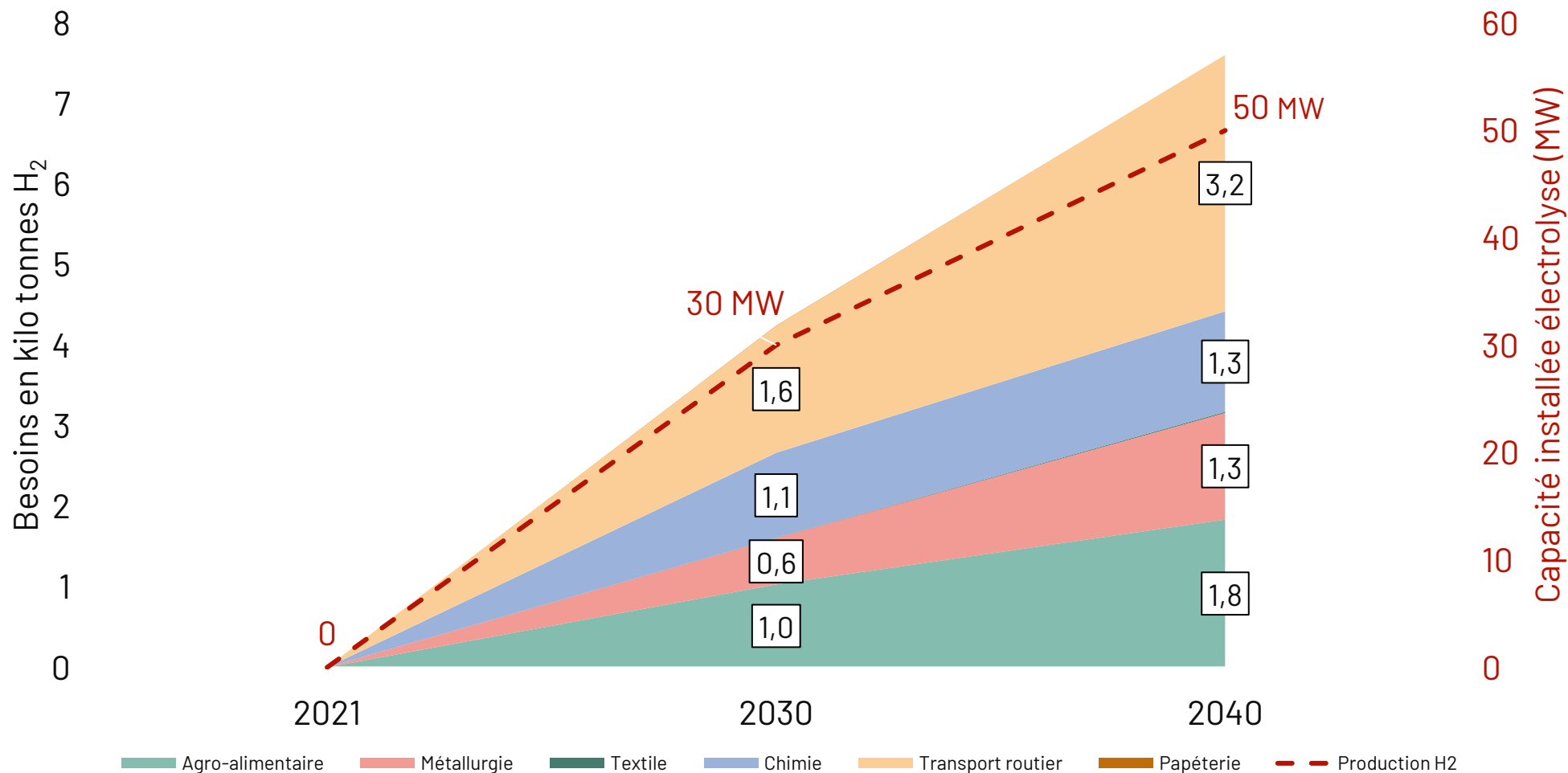
### ➤ Répartition secteur :



# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Utilisateurs potentiels d'hydrogène : scénario mixte

➤ Evolution des besoins H<sub>2</sub> et de la capacité installée :



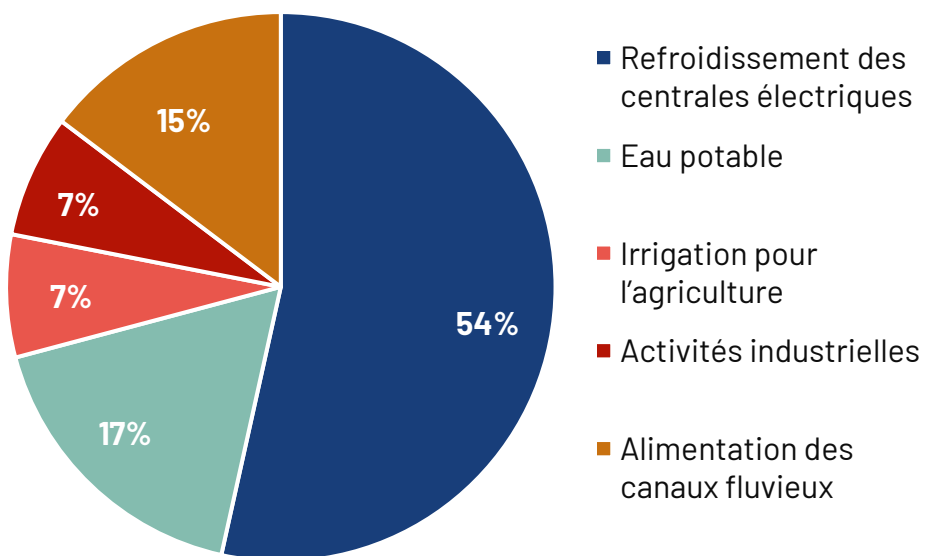


# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Focus sur le besoin en eau pour l'électrolyse

- Consommation de 20 litres d'eau par kilogramme d'hydrogène produit dont 9 litres de consommation nette
- Répartition des postes et volumes de prélèvements d'eau :

Consommation d'eau en milliards de m<sup>3</sup>



### ➤ En France :

Si nous traduisons l'objectif national de 6,5 GW d'électrolyseurs =  
 20 millions de m<sup>3</sup> d'eau  
 0,05% des prélèvements  
 0,03% de la consommation d'eau

### ➤ Maille AILB :

Maille	Prélèvement annuel total sans l'eau turbinée (Nm <sup>3</sup> /an)	dont le secteur de l'énergie (Nm <sup>3</sup> /an)	Scénario mixte - 2030		Scénario mixte - 2040	
			Prélèvement et consommation d'eau pour la production d'H <sub>2</sub> par électrolyse (Nm <sup>3</sup> /an)	dont consommation d'eau (Nm <sup>3</sup> /an)	Prélèvement et consommation d'eau pour la production d'H <sub>2</sub> par électrolyse (Nm <sup>3</sup> /an)	dont consommation d'eau (Nm <sup>3</sup> /an)
Départements : 56, 44 et 35	1 426 098 980	865 667 996	76 153	38 077	135 383	67 692
National	36 997 349 320	19 736 952 431	18 333 171	9 166 585		
		61% du prélèvement total	0,005% du prélèvement total	0,003% du prélèvement total	0,01% du prélèvement total	0,005% du prélèvement total
		53% du prélèvement total	0,05% du prélèvement total	0,03% du prélèvement total		

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Production d'hydrogène vert et bas-carbone

### ➤ Définitions :

- L'hydrogène est **renouvelable** s'il est produit par électrolyse de l'eau utilisant de l'électricité issue de sources renouvelables ou toute autre technologie utilisant ces sources sans conflit d'usage, et respecte un seuil de réduction d'émissions de gaz à effet de serre de 70 %. Le seuil de l'hydrogène renouvelable est fixé à environ **3,3 kgCO<sub>2</sub>eq/kgH<sub>2</sub>**.
- L'hydrogène est **bas carbone** si son contenu énergétique est dérivé de sources non-renouvelables et respecte un seuil de réduction d'émissions de gaz à effet de serre de 70 %, soit **3,3 kgCO<sub>2</sub>/kgH<sub>2</sub>**.

### ➤ Différents modes de fonctionnement pour les électrolyseurs :

- A partir d'électrolyseurs raccordés au réseau
- A partir d'électrolyseurs couplés avec un système de production d'électricité renouvelable

### ➤ Enjeu sur le facteur de charge de l'électrolyseur : plus le facteur de charge des électrolyseurs est faible, plus la puissance totale d'électrolyseur à installer doit être importante

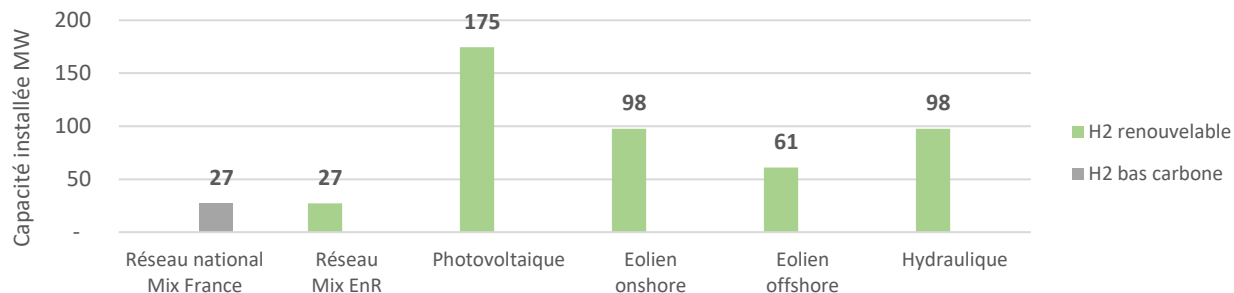


Figure 1 : Dimensionnement du parc d'électrolyseur (en MW) nécessaire au scénario mixte en 2030 en fonction de la source d'électricité

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Production d'hydrogène vert et bas-carbone

### ➤ Impacts environnementaux :

Source électrique	Facteur d'émission (kg CO <sub>2</sub> eq/kg H <sub>2</sub> )
Réseau national - Mix France	2,77
Réseau - Mix EnR	1,59
Photovoltaïque	2,58
Eolien	0,7
Hydraulique	0,45

Tableau 2 : Facteur d'émissions en kg CO<sub>2</sub>eq/kg H<sub>2</sub> pour la production d'H<sub>2</sub> sur site par électrolyse de l'eau selon la source d'électricité (source : base carbone de l'ADEME)

- Les émissions GES induites par la production d'hydrogène seront variables selon la source d'approvisionnement d'électricité choisie :

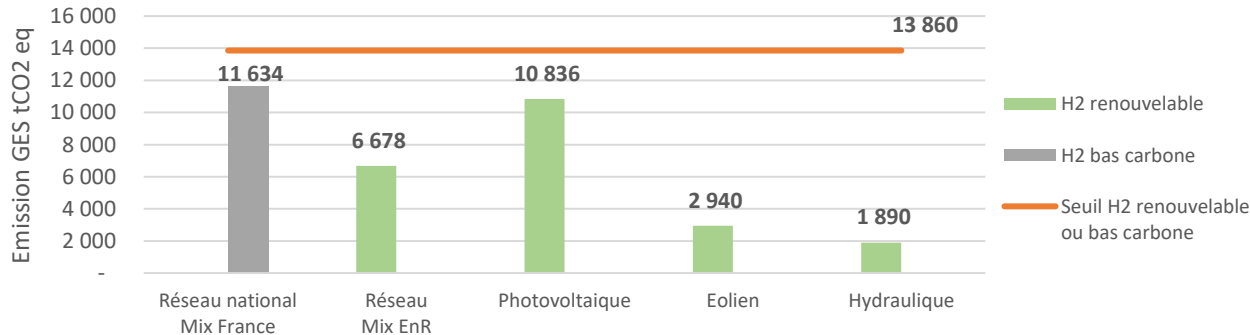


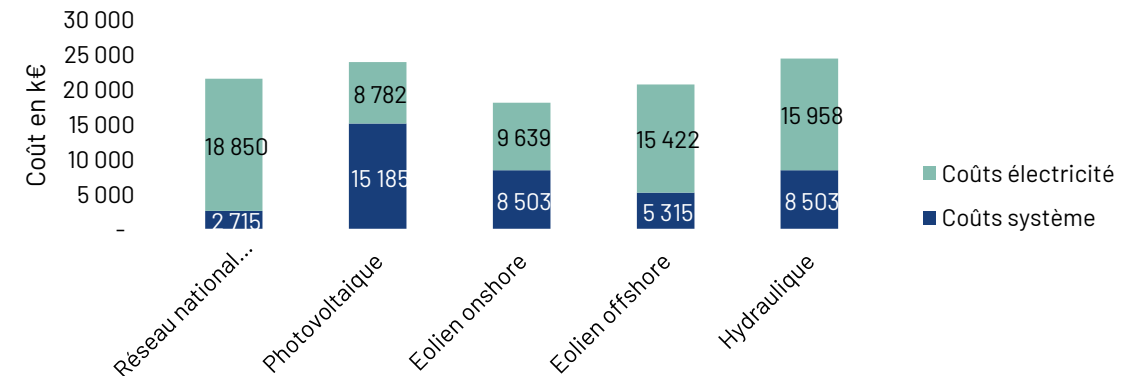
Figure 2 : Emissions de GES (en tCO<sub>2</sub>eq) liées à la production d'H<sub>2</sub> pour le scénario mixte en 2030 selon la source d'électricité

### ➤ Impacts économiques :

Source électrique	Coûts de l'électricité (€/MWh)
Réseau national - Mix France	88**
Photovoltaïque	41*
Eolien onshore	45*
Eolien offshore	72*
Hydraulique	75*

Tableau 3 : Coûts de l'électricité estimés en 2030 en €/MWh (source : \*ADEME et \*\*RTE)

- Coûts associés à la production hydrogène selon la source d'approvisionnement d'électricité choisie :





# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Production d'hydrogène vert et bas-carbone

### ➤ Synthèse :

#### Hydrogène renouvelable

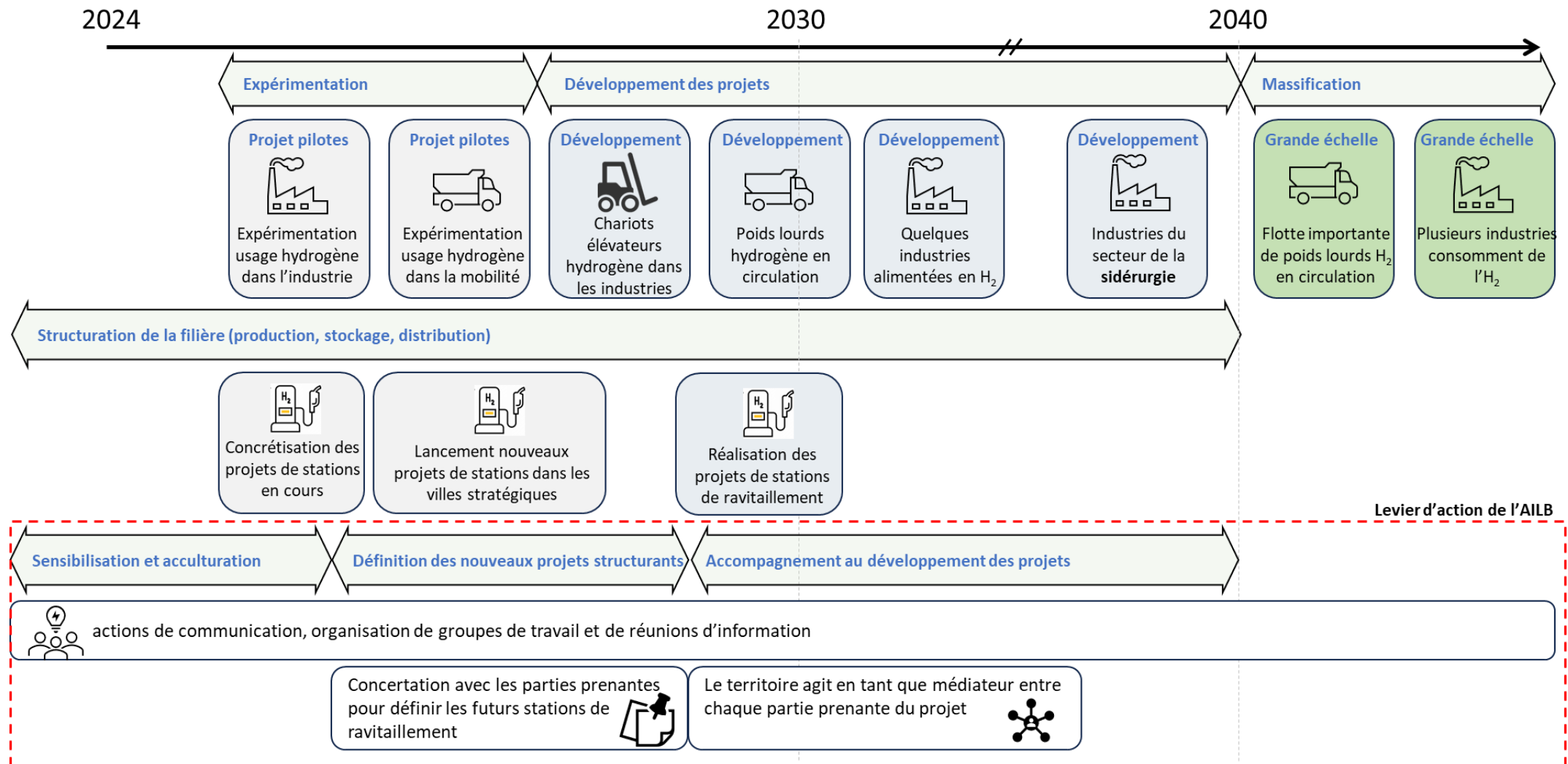
- + Coût de l'électricité intéressant et *contrôlé*
- + Très forte réduction des émissions de GES
- Durée de fonction faible induisant un surdimensionnement des électrolyseurs, et donc des coûts d'investissement élevée amorti sur des courtes durées
- Une production intermittente pouvant impliquer des besoins de stockages afin d'assurer une continuité d'approvisionnement dans le cas d'un usage contraint

#### Hydrogène bas carbone

- + Forte réduction des émissions GES
- + Fonctionnement de l'électrolyseur en continu permettant un bon amortissement des coûts fixes de l'électrolyse et une bonne continuité de production d'hydrogène sans recours à une solution de stockage
- Coût d'approvisionnement en électricité qui reste élevé sur certaines périodes, et sensible au prix de marché de l'électricité donc à l'évolution des prix des combustibles et du CO2

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Grandes étapes de la stratégie



# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Détail stratégie

### ➤ Court terme (3 ans) :

Levier d'action de l'AILB

Déjà commencé avec cette étude :

Actions de **communication** et de sensibilisation

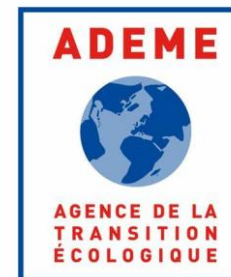
Clarifier la **stratégie territoriale** à l'échelle de l'AILB

Définir les **acteurs** pouvant accompagner les entreprises

Identifier les **besoins structurels des entreprises** pour faciliter leur transition vers l'hydrogène

Accentuer les discussions avec les entreprises volontaires pour lancer des « projets pilotes »

Contribuer à la structuration de la filière (**projets structurants**)



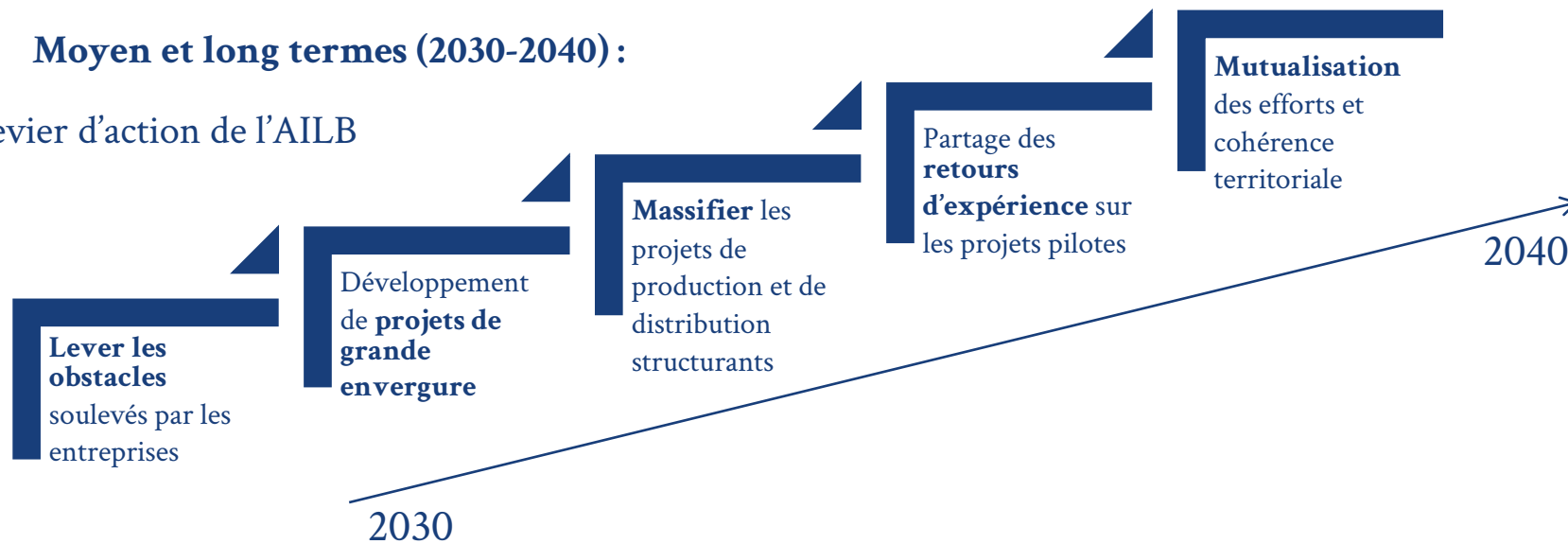
Répondre aux APP de l'ADEME  
« Écosystèmes territoriaux hydrogène - EcosysH<sub>2</sub> »

# Phase 3 – Définition d'une stratégie de développement

## Détail stratégie

### ➤ Moyen et long termes (2030-2040) :

Levier d'action de l'AILB



- D'après les projections, France Hydrogène prévoit une baisse des **coûts de production de l'hydrogène** par électrolyse de l'eau, notamment par le changement d'échelle des projets
- Les politiques actuelles prévoient une **augmentation de la capacité de production d'hydrogène** en France, ainsi nous pouvons anticiper que la filière sera plus structurée à cet horizon
- Le rôle de l'AILB devrait se concentrer sur le **développement d'une cohérence territoriale des projets hydrogène** et la **promotion du vecteur hydrogène**.

# Conclusion

## Détail stratégie

### ➤ Enjeux pour les acteurs institutionnels :

- En matière d'hydrogène, les bases légales d'intervention varient selon qu'il s'agit d'une **phase de production** ou de **distribution**.

	Production		Distribution	
	Aménager, exploiter, faire une installation de production d'H2 (CGCT, art. L.2224-32)	Réaliser une prise de participation dans une société exploitant des installations de production d'H2 (CGCT, art. L.2253-1, L.3231-6 et L.4211-1)	Créer et entretenir des points de ravitaillement en hydrogène pour véhicules ou mettre en place un service comprenant la création, l'entretien et l'exploitation de tels points de ravitaillement (CGCT, art. L.2224-37)	Réaliser une prise de participation directe dans une société exploitant des installations de distribution d'H2 (CGCT, art. L.2253-1, L.3231-6 et L.4211-1)
Communes	Oui	Oui	Oui	Non
EPCI	Oui	Oui	Oui, si transfert compétence	Non
Départements	Non	Oui	Non	Non
Régions	Non	Oui	Non	Non

- En phase de distribution, l'intervention des départements et des régions est difficile, et possible pour **les EPCI qu'en cas de transfert de compétence par les communes**.



- Encore de nombreuses difficultés juridiques** : trop peu de retours d'expérience, complexité des règles de compétences, et cadre juridique de l'hydrogène encore en construction
- Des difficultés à identifier un montage juridique combinant la **maîtrise du risque industriel et commercial** et **pouvoir de contrôle** pour la collectivité (implication publique légère ou forte)

# Conclusion

## Détail stratégie

### ➤ Préconisations pour la réponse à l'Appel à Projet ADEME « Écosystèmes territoriaux hydrogène - EcosysH<sub>2</sub> » :

#### • Acteurs concernés :

- Entreprise des secteurs de l'énergie, de l'industrie, du transport ou du BTP
- Collectivité ou acteur public en charge de l'exploitation de réseau de transport, de zones portuaires...

#### • Projets concernés :

- Mise en place et exploitation de nouvelles infrastructures de production d'hydrogène (par électrolyse de l'eau ou pyrogazéification de biomasse) et de distribution
- Extension d'écosystèmes hydrogène existants par le déploiement de nouveaux usages transport.

#### • Processus d'attribution :

- Sélection des dossiers déposés dans le cadre d'un processus de mise en concurrence.
- Classement en fonction principalement de **l'efficacité de l'aide publique demandée en €/tCO<sub>2</sub> évitées** (70 % de la note)



• **Enveloppe maximale de 175 M€** pour le précédent AAP 2023 et **clôturé le 29/09/2023**

• **Renouvellement probable en 2024**

• Pour plus d'information : [https://agirpouurlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/20230330/ecosystemes-territoriaux-hydrogene-ecosysh2?cible=78#summaryAnchor\\_0](https://agirpouurlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/20230330/ecosystemes-territoriaux-hydrogene-ecosysh2?cible=78#summaryAnchor_0)

# Annexe

## Détail stratégie

### ➤ Cartographie des acteurs :

#### Structuration filière

**Production à l'électrolyse à l'eau**

**Stockage gaz**

**Stockage liquide**

**Stockage solide**

**Transport routier**

**Transport hydrogénoducs**

**Transport par voie maritime**

**Stations hydrogène**

#### Usages hydrogène

**Mobilité véhicules légers**

**Mobilité poids lourds**

**Mobilité autocars**

**Chariots élévateurs**

**Accompagnement et conseil**

**Vélos**

**Flexibilité des énergies**

**Groupe électrogène**

**Systèmes de chauffage**



