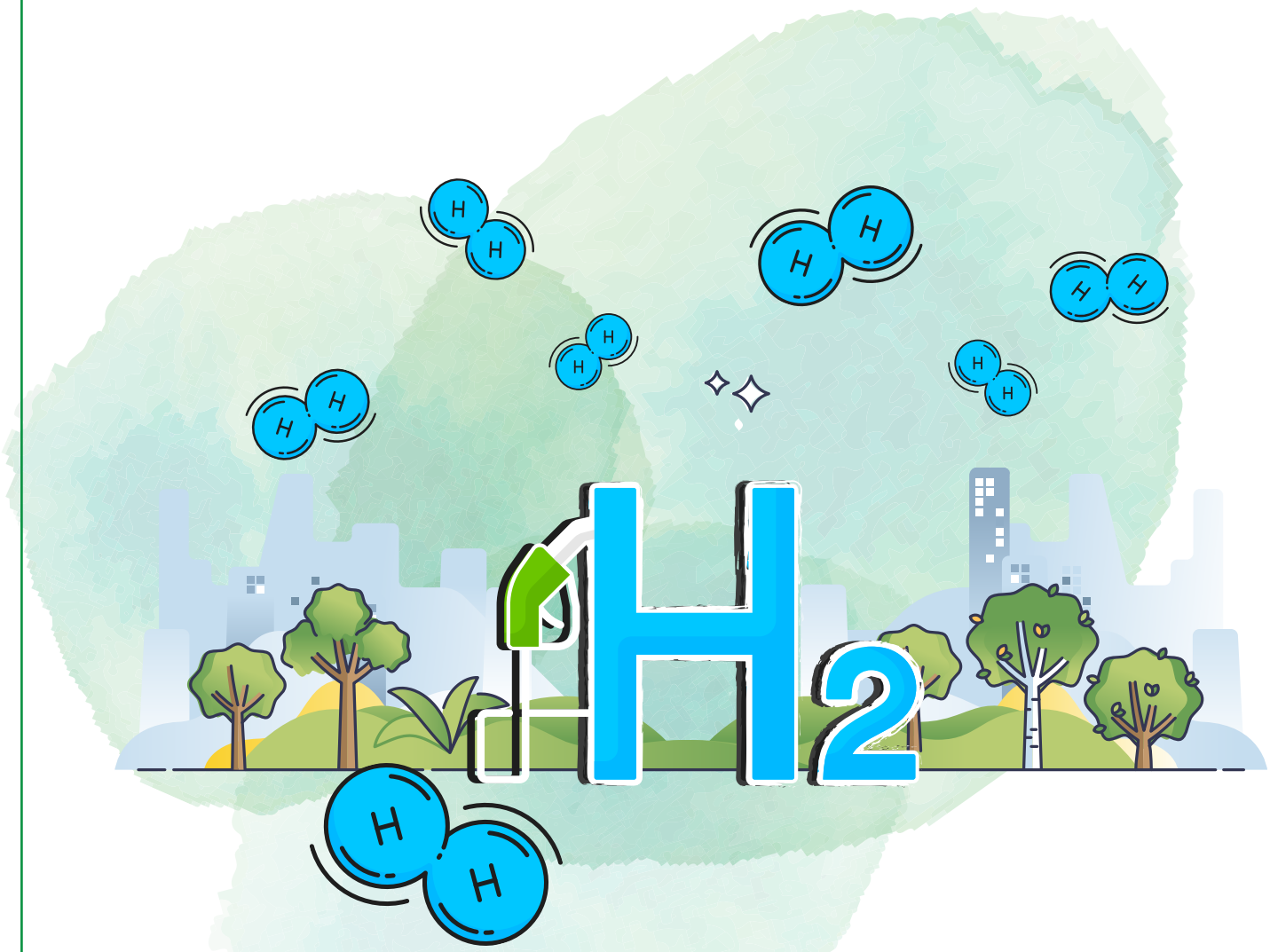
ÉTUDE



# POTENTIEL DE DÉPLOIEMENT

# *de la mobilité lourde*

# HYDROGÈNE

## *en* NOUVELLE-AQUITAINE

NEO TERRA

RÉGION Nouvelle-Aquitaine

nouvelle-aquitaine.fr

© AdobeStock

# Table des matières

**Introduction** ..... **3**
**Objectifs de l'étude et méthodologie** ..... **4**
**Phase 1 : État des lieux, intérêt des acteurs et dynamiques territoriales** ..... **5**
1. Bilan des entretiens ..... 5
1.1. Acteurs publics ..... 5
1.2. Acteurs du transport maritime ..... 6
1.3. Gaziers ..... 6
1.4. Producteurs d'électricité renouvelable ..... 7
1.5. Energéticiens et acteurs économiques ..... 7
1.6. Acteurs de la filière distribution ..... 7
1.7. Transporteurs ..... 8
2. État des lieux des flux de transport et des flottes ..... 8
2.1. Enseignements clés de l'analyse cartographique : axes ..... 9
2.2. Enseignements clés de l'analyse cartographique : nœuds ..... 11
3. Conclusion de la Phase 1 ..... 13
**Phase 2 : Prospective du développement de l'Hydrogène dans la mobilité lourde** ..... **14**
1. Types d'usages considérés ..... 14
2. Etude de 2 cas de figures ..... 15
2.1. Cas de figure n°1 : Prospective mobilité lourde ..... 15
2.2. Cas de figure n°2 : Prospective élargie aux VP et VUL ..... 17
3. Conclusion de la Phase 2 ..... 19
**Phase 3 : Projection d'une infrastructure régionale de production et d'avitaillement en hydrogène** ..... **19**
1. Données d'entrée ..... 19
2. Maillage de stations d'avitaillement ..... 20
3. Production d'hydrogène ..... 22
4. Freins à lever ..... 23
5. Aspects énergétiques et environnementaux ..... 23
6. Conclusion de la Phase 3 ..... 24
**Phase 4 : Analyse économique de l'infrastructure Hydrogène** ..... **24**
1. Hypothèses sur les stations ..... 25
2. Exemple de montée en charge d'une station 1 tH2/j ..... 25
3. Cas d'une station 4 tH2/j ..... 27
4. Investissement nécessaire pour le maillage complet ..... 27
4.1. Coûts d'investissement selon la taille des stations ..... 27
4.2. Montant total d'investissement à l'échelle du maillage de stations ..... 28
5. Conclusion de la Phase 4 ..... 28
**Conclusion de l'étude** ..... **29**
**Annexes** ..... **30**

# Table des figures

*Figure 1 - Superposition des flux de poids lourds (TMJA), entrepôts et plateformes logistiques,* ..... *10*
*Figure 2 - Analyse cartographique _Zoom sur Bayonne* ..... *11*
*Figure 3 - Analyse cartographique _Zoom sur Bordeaux* ..... *12*
*Figure 4 - Analyse cartographique _Zoom sur Brive-La Gaillarde* ..... *12*
*Figure 5 - Analyse cartographique _Zoom sur La Rochelle & Rochefort* ..... *13*
*Figure 6 - Analyse cartographique _Zoom sur Limoges* ..... *13*
*Figure 7 - Hypothèses de kilométrage et de consommation des véhicules* ..... *15*
*Figure 8 - Nombre de véhicules H2 et taux de pénétration sur le marché* ..... *16*
*Figure 9 - Montée en charge des véhicules par segment* ..... *16*
*Figure 10 - Bilan des consommations pour alimenter 2 213 véhicules* ..... *17*
*Figure 11 - Cas de figure 1 : part de la consommation d'hydrogène par segment* ..... *17*
*Figure 12 - Nombre de véhicules H2 et taux de pénétration sur le marché* ..... *18*
*Figure 13 - Bilan des consommations pour alimenter 15 413 véhicules* ..... *18*
*Figure 14 - Cas de figure 2 : part de la consommation d'hydrogène par segment* ..... *19*
*Figure 15 - Cartographie des centres logistiques et postes RTE* ..... *20*
*Figure 16 - Cas de figure 1- Prospective mobilité lourde : Estimation du besoin de capacité de distribution hydrogène sur le territoire de Nouvelle Aquitaine en 2030 en (tH2/j)* ..... *21*
*Figure 17 - Cas de figure 2 – Prospective élargie aux VP et VUL : Estimation du besoin de capacité de distribution hydrogène sur le territoire de Nouvelle Aquitaine en 2030 en (tH2/j)* ..... *22*
*Figure 18 - Synthèse des impacts énergétiques et environnementaux* ..... *24*
*Figure 19 - Synthèse des lots retenus pour la modélisation économique* ..... *25*
*Figure 21 - Cas de figure 1- Prospective mobilité lourde : montée en charge de l'affluence d'une station 1t$H_2$/j* *26*
*Figure 22 - Cas de figure 2 – Prospective élargie aux VP et VUL : montée en charge de l'affluence d'une station 1t $H_2$/j* ..... *26*
*Figure 23 - Coûts d'investissement par taille de stations* ..... *27*
*Figure 24 - Cas de figure 1 – Prospective mobilité lourde : coûts d'investissement du maillage* ..... *28*
*Figure 25 - Cas de figure 2 – Prospective élargie aux VP et VUL : coûts d'investissement du maillage* ..... *28*

# Introduction

La Nouvelle-Aquitaine est l'une des régions françaises les plus impactées par le changement climatique comme l'indique le rapport ACCLIMATERRA rédigé par de nombreux scientifiques autour d'Hervé Le Treut. Elle s'est donc dotée d'une feuille de route volontariste, NEOTERRA, et d'objectifs ambitieux en matière d'énergie et de lutte contre le changement climatique à l'horizon 2030 :

- Réduire de 30 % les consommations d'énergie, par rapport à 2010,
- Diminuer de 45 % les émissions de gaz à effet de serre (notamment par la substitution des combustibles fossiles), par rapport à 2010,
- Intensifier le développement des énergies renouvelables tout en les diversifiant, de façon à porter à 50 % la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale de la région.

Elle a défini son Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET), puis sa feuille de route NEOTERRA articulée autour de grands principes et d'objectifs précis liés à la transition environnementale et climatique.

C'est dans ce contexte que la Région Nouvelle-Aquitaine étudie l'hydrogène comme solution de décarbonation complémentaire aux autres solutions se déployant sur le territoire.

La Nouvelle-Aquitaine bénéficie en effet d'un tissu riche d'entreprises offreurs de solutions et de laboratoires, contribuant à la construction d'une filière hydrogène à l'échelle nationale et européenne. Cet écosystème local se structure dans le cadre de la feuille de route régionale - votée en octobre 2020 - sous la coordination opérationnelle de l'agence régionale ADI Nouvelle-Aquitaine.

90 acteurs locaux sont actuellement référencés, sur un périmètre couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur :

- Briques technologiques et industrielles (matériaux/composants, équipementiers, systémiers et intégrateurs)
- Chaîne de valeur hydrogène (Développeurs projets clés en main, transport/distribution/stockage)
- Recherche et développement (Académiques, Structures de recherche, et transfert technologique) : le Réseau Régional de Recherche sur l'Energie R3 TESNA coordonne 16 laboratoires universitaires spécialisés
- Services et support (Etudes, Ingénierie, EPC, O&M, structures d'accompagnement).

Les territoires jouent un rôle majeur dans cette dynamique, avec un double objectif : favoriser la recherche et l'innovation et contribuer à la réindustrialisation.

Plus largement, la Région Nouvelle-Aquitaine oriente ses politiques de soutien vers la décarbonation de secteurs majeurs pour son économie : transport de marchandises, écosystèmes portuaires, nautisme/naval, aéronautique… Et explore par ailleurs des opportunités de collaborations au-delà de ses frontières, dans une perspective de développement transfrontalier et international.

La Région Nouvelle-Aquitaine est aussi intégrée dans divers réseaux européens consacrés à l'hydrogène : *Hydrogen Europe* et l'Alliance européenne pour l'hydrogène propre.

# Objectifs de l'étude et méthodologie

En 2022, afin de donner une plus grande visibilité aux acteurs régionaux de l'hydrogène et de mettre en place une stratégie d'accompagnement efficace et réaliste, la Région a mené une étude pour évaluer le potentiel de déploiement à l'horizon 2030 d'une infrastructure hydrogène (production et avitaillement) dédiée à la mobilité lourde en Nouvelle-Aquitaine. En effet, l'étude s'est focalisée sur les atouts et leviers régionaux pour lesquels l'hydrogène peut apporter une véritable plus-value : des écosystèmes portuaires, des corridors routiers majeurs, ainsi qu'une dynamique importante dans le déploiement des énergies renouvelables favorisant à terme la production d'hydrogène vert (1ère région photovoltaïque de France).

Le schéma de ce déploiement s'est construit en complémentarité avec les autres vecteurs énergétiques se développant sur le territoire et en cohérence avec les réglementations et initiatives nationales et européennes.

Cette étude s'appuie sur des travaux menés par le consortium de consultants AMO constitués de Seiya Consulting, Enooia, Ingérop et Element Energy, et supervisée par un comité de pilotage dont les membres sont présentés en annexe.

Cette étude s'est structurée en quatre phases :

1) État des lieux, intérêt des acteurs et dynamiques territoriales
2) Prospective du développement de l'hydrogène dans la mobilité lourde
3) Projection d'une infrastructure régionale de production et d'avitaillement en hydrogène
4) Analyse économique de l'infrastructure Hydrogène.

La 1ère phase d'état des lieux, a consisté à réaliser d'une part un diagnostic des flux et flottes de véhicules lourds de transport routier en Nouvelle-Aquitaine, et d'autre part une estimation de l'activité des quatre ports de commerce, mais également à connaître l'appétence des acteurs du territoire vis-à-vis de la solution hydrogène.

Le travail prospectif de la 2ème phase a permis de projeter un nombre de véhicules à horizon 2030. Pour cela, plusieurs paramètres ont été pris en compte sur la base de divers rapports (cf annexe). A l'échelle européenne et nationale, le travail s'est appuyé sur les offres constructeurs/capacités de production de véhicules, l'évolution des réglementations, associés à l'estimation des parts de marché pondérées par pays. Des paramètres régionaux ont également été étudiés, notamment le positionnement sur les grands corridors européens RTE-T, et la dynamique régionale de déploiement des projets. Tous ces facteurs ont permis de déterminer le taux de pénétration du marché en Nouvelle-Aquitaine.

La phase 3 a consisté à mailler le territoire en stations d'avitaillement dédiées à la mobilité lourde sur la base des résultats des phases 1 et 2, prenant ainsi en compte le besoin en hydrogène et les spécificités du territoire. Le maillage a été effectué en priorisant les stations qui seront principalement des stations portuaires, des stations présentes sur le réseau transeuropéen de transports et sur les grands axes de flux routier. La réglementation AFIR fait également partie des contraintes imposées. Il a été également important de s'assurer d'une cohérence territoriale avec les régions transfrontalières.

Enfin, le nombre de stations calculées a permis de répondre à la phase 4 d'analyse économique de l'infrastructure.

# Phase 1 : État des lieux, intérêt des acteurs et dynamiques territoriales

Les objectifs de la première phase de l'étude sont les suivants :

- Caractériser l'intérêt des acteurs du transport pour la mobilité lourde hydrogène en Nouvelle-Aquitaine au travers d'entretiens,
- Pour la mobilité routière spécifiquement, réaliser un diagnostic des flux et flottes de véhicules lourds de transport routier hors flux urbain,
- Réaliser une estimation de l'activité des quatre ports de commerce.

## *1. Bilan des entretiens*

44 entretiens et bilans ont été réalisés par les membres du consortium.

Les acteurs économiques interrogés veulent avancer et être associés au développement de l'hydrogène en Nouvelle-Aquitaine. Ils ont la volonté de contribuer à l'élaboration de la stratégie hydrogène de la Région et certains ambitionnent de devenir des acteurs majeurs de l'hydrogène (production et/ou distribution et/ou usage). Ils ont conscience de la nécessité de travailler en synergie pour que la solution hydrogène pour la mobilité lourde puisse émerger plus largement.

Les constats relevés au cours des entretiens sont les suivants :

<u>Un contexte difficile</u>

- Manque de maturité de la filière, surtout usages
- Prix actuels sur le marché de l'électricité
- Difficulté à trouver du foncier : frein au déploiement de sites de production/stations

<u>Des problématiques à creuser</u>

- Financier : partage du risque complexe entre les constructeurs, les chargeurs et les transporteurs
- Maintenance : s'assurer du déploiement des réseaux en parallèle des équipements

<u>De fortes attentes</u>

- Financier : besoin en soutien public pour faire émerger les projets, régimes de subventions à adapter aux attentes
- Besoin de visibilité : échelle nationale et régionale

### 1.1. Acteurs publics

Les acteurs interrogés ont la volonté de profiter de cette étude pour faire de la pédagogie sur les possibilités qu'offre ce vecteur d'énergie. Ils ont tous la volonté d'accompagner la Région dans la mise en place de sa stratégie hydrogène.

Les constats et principales attentes des acteurs publics interrogés sont les suivantes :

- La lisibilité quant à la mobilisation d'éventuels cofinancements régionaux,
- La volonté politique **:** clarification de l'action publique attendue,
- La faible maturité économique et surtout technologique de la filière.

### 1.2. Acteurs du transport maritime

La dimension environnementale est partie intégrante dans les derniers plans stratégiques de l'ensemble des ports. Il existe d'ailleurs des objectifs de décarbonation pour le transport maritime qui ont été fixés par l'IMO, en l'occurrence la neutralité carbone en 2050.

Avec 970 km de linéaire côtier, la Nouvelle-Aquitaine est naturellement et historiquement un territoire maritime. Elle est caractérisée par la présence d'une filière nautique et navale d'envergure internationale. Dans ce cadre, la Nouvelle-Aquitaine a souhaité doter la filière des industries nautiques et navales, filière industrielle mature liée à des savoir-faire d'excellence, d'une feuille de route dédiée.

L'hydrogène constitue une formidable opportunité pour développer les activités des ports et accroître leur visibilité ; même si le sujet de l'électrification des quais constitue sans aucun doute le sujet prioritaire pour les ports en matière de décarbonation aujourd'hui.

Il existe une certaine compétition sur le foncier dans les ports qui doivent choisir entre louer rapidement des zones pour des centres logistiques qui généreront des revenus à court terme, et investir dans des projets hydrogène qui ne généreront des revenus qu'à long terme.

Les ports sont des écosystèmes complexes qui pourront par ailleurs accueillir des pipelines pour leur alimentation en hydrogène. A ce titre, des complémentarités entre les ports ou entre les ports et leurs voisins sont à renforcer, à développer ou à construire.

Enfin, la transformation des ports en hubs d'importation d'hydrogène n'a pas pu être adressée au cours des entretiens. Les ambitions de l'Europe et de la France en particulier en matière d'usages d'hydrogène font qu'il y aura un fort besoin d'importations et qu'au moins dans un premier temps il y aura de la place pour tous les ports qui souhaiteront importer de l'hydrogène.

Les principales attentes des acteurs du transport maritime interrogés sont les suivantes :

- Une implication accrue des collectivités territoriales,
- De la concertation entre tous les partenaires et acteurs portuaires tant publics que privés.

### 1.3. Gaziers

Le conflit en Ukraine incite les entreprises fournisseurs et gestionnaires de réseaux de gaz à accélérer la recherche d'alternatives au gaz naturel. Les grands acteurs du secteur s'organisent pour répondre aux futures applications et aux attentes des utilisateurs.

La question posée par l'arrivée de l'hydrogène est double pour les gaziers :

- Tampon : dans un premier temps les réseaux de gaz existants pourraient être utilisés pour écouler une surproduction d'hydrogène sans dépasser certaines proportions.
- Transport : la nécessité dans un second temps d'organiser le point à point dans des infrastructures 100% $H_2$.

GRT Gaz et TEREGA sont les acteurs les plus engagés dans l'hydrogène. Ils situent le développement des infrastructures dédiées à l'hydrogène vers 2035 et à court terme, ils ont tendance à privilégier le développement du biogaz. La stratégie qu'ils poussent consiste à développer de grands réseaux gaziers $H_2$, notamment pour connecter nord et sud de l'Europe.

Certains opérateurs se posent la question de sortir du domaine règlementé et une certaine coopération entre les opérateurs qui se répartissent les tâches et/ou les territoires est attendue.

La principale attente des gaziers porte sur les conditions réglementaires et sur les aides concernant l'injection d'hydrogène vert dans leurs réseaux.

### 1.4. Producteurs d'électricité renouvelable

L'objectif des producteurs d'électricité renouvelable fin 2021 était encore de trouver le moyen de produire de l'hydrogène pour créer de la valeur en aval. Les prix de l'électricité sur les marchés ont totalement rebattu les cartes et ces producteurs recherchent aujourd'hui des débouchés immédiats pour leur production. Les prix actuels très élevés de l'électricité ne les incitent en effet pas à se tourner vers la production d'hydrogène vert.

Les producteurs d'électricité renouvelable ont néanmoins exprimé leur intérêt pour le développement de l'électrolyse à moyen terme et leur souhait de prendre part à des projets démonstrateurs.

L'enjeux porte pour eux sur le modèle économique pour développer spontanément des projets de production d'hydrogène vert.

### 1.5. Energéticiens et acteurs économiques

Les acteurs économiques de la région souhaitent devenir des acteurs majeurs de l'hydrogène (production et/ou distribution et/ou usage). Ils ont la volonté de contribuer à l'élaboration de la stratégie hydrogène de la Région et souhaitent être associés autant que possible aux décisions stratégiques.

Ils mentionnent que les usages industriels en tant que matière première sont rares en Nouvelle-Aquitaine ce qui retarde l'implantation de production de forte puissance (y compris sur les zones portuaires).

### 1.6. Acteurs de la filière distribution

Pour ces acteurs, la priorité est aujourd'hui donnée aux usages de mobilité lourde ou multimodaux et aux nœuds d'interconnexion routiers et zones logistiques. La mise en place d'un réseau de stations sera nécessairement progressive et modulaire et les distributeurs adoptent une approche prudente.

Les pistes suggérées par les acteurs de la filière distribution sont les suivantes :

- Stations $H_2$ sur autoroutes : rallonger les durées des concessions (pour compenser le surinvestissement nécessaire pour y proposer de l'$H_2$)
- Stations $H_2$ hors autoroutes : un mécanisme d'AMI pour proposer aux opérateurs les parcelles foncières identifiées/acquises par les collectivités publiques
- Gratuité des péages pour les véhicules $H_2$
- Plus fort engagement de la Région dans les usages de l'hydrogène à travers ses cars interurbains ou les TER

On note enfin l'intérêt des acteurs de la filière distribution pour l'interconnexion avec l'Espagne (Backbone européen).

A l'instar des acteurs du transport maritime, le foncier pourrait constituer un frein au développement de stations dans les zones périurbaines. L'accès au foncier y est en effet soumis à une très forte concurrence.

### 1.7. Transporteurs

Tous les transporteurs expriment leur profond désarroi devant la flambée des prix de l'énergie. Ils sont conscients de la nécessité d'engager une transition écologique mais ne parviennent pas à se positionner vis-à-vis des différentes solutions présentées. En raison du coût de l'énergie et de la lenteur dans le déploiement des réseaux de distribution, certains transporteurs ont fait le choix de ne plus faire rouler leurs véhicules alimentés au GNV.

Quant à l'hydrogène, les transporteurs le voient comme une composante de la transition écologique pour le transport lourd mais ils considèrent que les conditions ne sont pas réunies pour envisager une conversion des flottes actuelles. La transition écologique du transport lourd ne pourra se faire que si elle est planifiée, organisée, financée.

Les ZFE-m (Zone à Faibles Émissions mobilité) font clairement partie de la visibilité demandée par les transporteurs. En effet, la mise en place des ZFE dans les villes de plus de 150 000 habitants est prévue pour 2025, dans le cadre de la loi « climat et résilience ». Les transporteurs ont besoin de pouvoir anticiper les conditions d'entrée dans les milieux interurbains et l'hydrogène pourrait constituer une solution.

Pour finir, les transporteurs aspirent à un partage du risque plus équitable entre les constructeurs (trop peu nombreux à ce stade), les chargeurs et les transporteurs.

Les principales attentes des transporteurs interrogés sont les suivantes :

- Stabilité du modèle économique (Coût d'acquisition, prix de l'énergie, aides, revente sur le marché d'occasion)
- Déploiement des infrastructures à grande échelle : le partage des calendriers envisagés avec les transporteurs semble fondamental.
- Offre véhicule plus étoffée et émergence d'un réseau de maintenance

## *2. État des lieux des flux de transport et des flottes*

L'hydrogène est un des usages les plus pertinents pour les poids lourds, en raison d'un temps de recharge équivalent à celui d'une solution conventionnelle, d'une autonomie, d'une puissance délivrée instantanément et d'une charge utile supérieures à la solution batteries.

Pour cartographier les zones les plus pertinentes pour déployer des solutions hydrogène, 4 types de données ont été croisés :

- **Entrepôts et Plateformes Logistiques (EPL)** : Les EPL sont intéressants pour l'hydrogène car les flux de camions y sont importants et des potentiels d'usages d'hydrogène y sont souvent également présents, notamment des chariots élévateurs (véhicules hydrogène les plus déployés aujourd'hui).
- **Sites de transporteurs** : La localisation de ces sites provient du *Répertoire Statistique des Véhicules Routiers*, dit « *RSVERO* ».
- **Flux de poids lourds (TMJA) :** Les *Trafics Moyen Journaliers Annualisés* sont disponibles publiquement sur le site *data.gouv.fr*. L'analyse a été basée sur les

chiffres de 2019, considérant que les années 2020 et 2021 sont exceptionnelles en raison de la crise sanitaire.

- **Activité portuaire.** Les activités portuaires sont affichées en millions de tonnes de marchandises transportées par an, avec les proportions des différents types de marchandises échangées.

Limites de l'analyse :

- Concernant les **EPL** : Seules les zones ayant des plateformes logistiques de plus de 5000 m2 sont répertoriées. Une deuxième limite est l'actualité de la base de données, qui a été mise à jour dernièrement en 2015. Une plateforme ayant été construite entre 2015 et 2022 n'est donc pas affichée sur la carte. Ces données permettent cependant d'identifier les zones logistiques denses, et restent riches d'enseignement pour identifier les zones à forte activité logistique.
- Concernant les **sites de transporteur** : Le nombre de poids lourds immatriculés dans chaque commune est désormais connu précisément grâce au RSVERO 2021. La répartition des différents types de véhicules (BOM, 19t, 44t, etc.) n'est cependant connue qu'à l'échelle départementale.
- Concernant les **Flux de poids lourds** : Les données ne sont disponibles que pour les grands axes routiers (autoroutes et nationales). Les petites routes telles que celles connectant les ports maritimes aux autoroutes, ne sont pas affichées.
- Concernant les **Activités portuaires :** Les données sur les parts de chaque mode de transport et par conséquent le trafic de poids lourds lié aux activités portuaires, ne sont pas publiquement disponibles. Ces informations ont pu être récoltées directement par les entretiens avec les Ports.

## 2.1. Enseignements clés de l'analyse cartographique : axes

- L'axe A63-RN10 est l'axe majeur de la mobilité lourde en Nouvelle-Aquitaine.
- Cet axe a un taux élevé de poids lourds dans son trafic en raison des échanges de marchandises avec la Péninsule Ibérique, en particulier la RN10 qui permet d'éviter les péages de l'A10.
- Avec un trafic journalier de 6 000 à 10 000 camions le long de cet axe, il constitue l'artère principale de la région.
- Les axes A20, N141, et N145 (autour de Limoges) sont moins denses, mais à fort potentiel également
- L'axe A62 a un trafic de poids lourds moins dense (3300), mais permet de relier l'Occitanie et son Corridor-H2
- L'A63 et l'A62 sont situés sur le réseau RTE-T (TEN-T) Européen principal ; et les axes N141, N145, A89, A64, A20, A65, A837 et N11 sur le réseau secondaire, tous assujettis à l'AFIR[1]

[1] *Alternative Fuels Infrastructure Regulation*

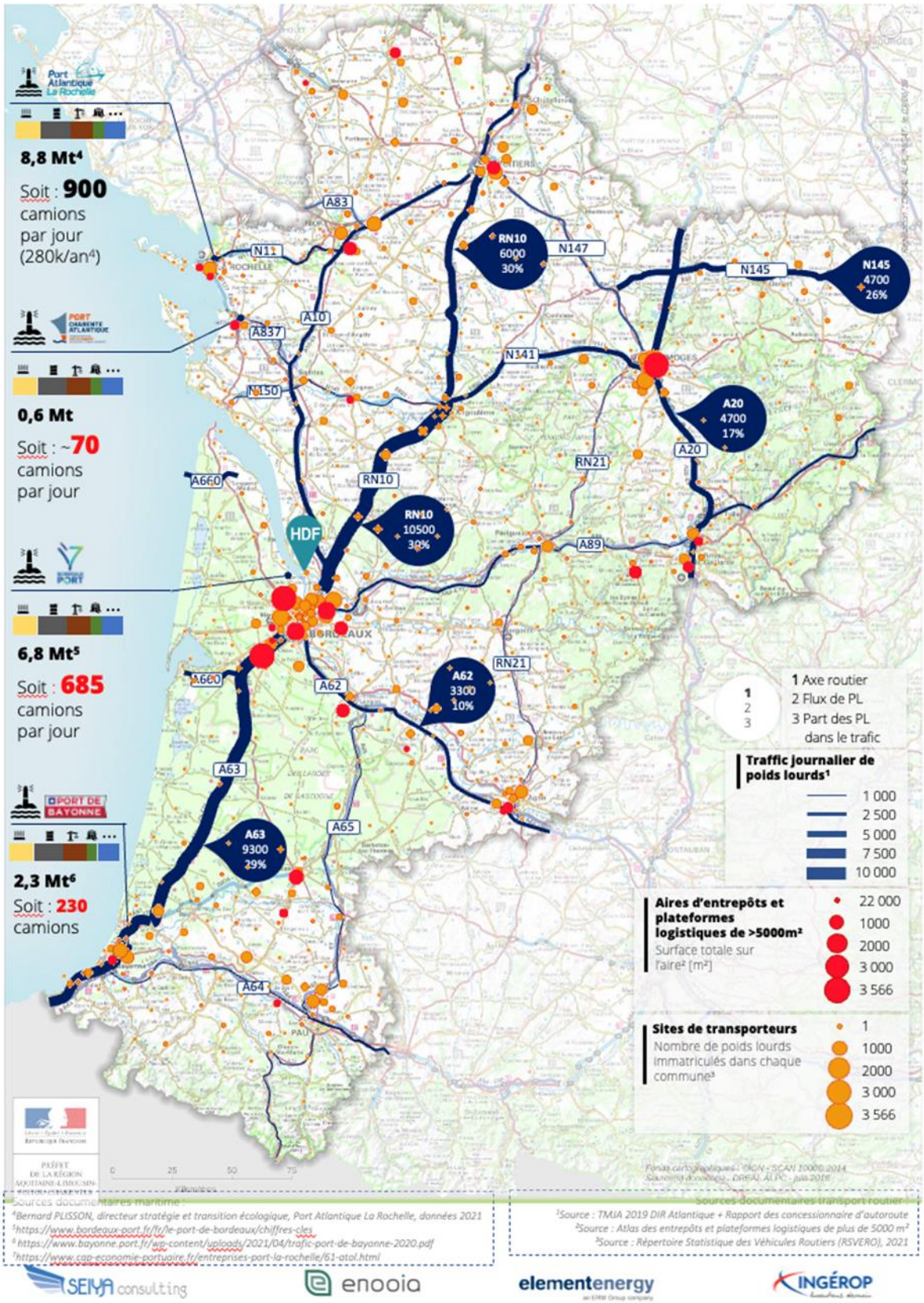



*Figure 1 - Superposition des flux de poids lourds (TMJA), entrepôts et plateformes logistiques, sites de transporteurs et flux portuaires*

## 2.2. Enseignements clés de l'analyse cartographique : nœuds

- Bordeaux est le nœud central de la mobilité lourde :
  - Placé sur l'axe majeur **A63/RN10**
  - Point de connexion reliant le corridor RTE-T Atlantique et Méditerranéen qui passe par **Toulouse**
  - **Plateforme modale**, qui relie route, rail, maritime, et fluvial
  - Avec un trafic de poids lourds atteignant **20 000 par jour** sur la rocade (A63)
  - **Forte concentration logistique** : haute concentration de sites de transporteurs, d'entrepôts et plateformes logistiques.
- Limoges, Angoulême, et Poitiers, sont les nœuds secondaires :
- **Limoges** connecte Bordeaux à l'Auvergne-Rhône-Alpes, et Toulouse/Brive-la-Gaillarde au nord de la France. C'est le deuxième pôle logistique de la Nouvelle-Aquitaine.
- **Angoulême** a un trafic de passage conséquent, mais moins d'activités logistiques
- **Poitiers** relie les Ports de la Rochelle et de Rochefort, ainsi que Bordeaux et la Péninsule Ibérique au nord de la France
- **4 Grands Ports de commerce : La Rochelle, Rochefort, Bordeaux, Bayonne.** Le tissu portuaire de la Nouvelle-Aquitaine est à l'origine d'un trafic de 22 millions de tonnes de marchandises. Les ports sont par nature un lieu de rejointe de plusieurs mobilités : les cargaisons des navires y sont transférées dans des wagons ou dans les remorques de camions. De plus, les Ports disposent le plus souvent d'un foncier conséquent parfois sous-employé. Pour finir, les Ports sont également un atout pour les bateaux professionnels de pêche et de plaisance, pour lesquels la solution hydrogène est pertinente, et qui n'ont pas la possibilité d'aller se ravitailler hors de France, et a fortiori hors de Nouvelle-Aquitaine.

Les cartographies suivantes présentent un zoom sur les villes principales.

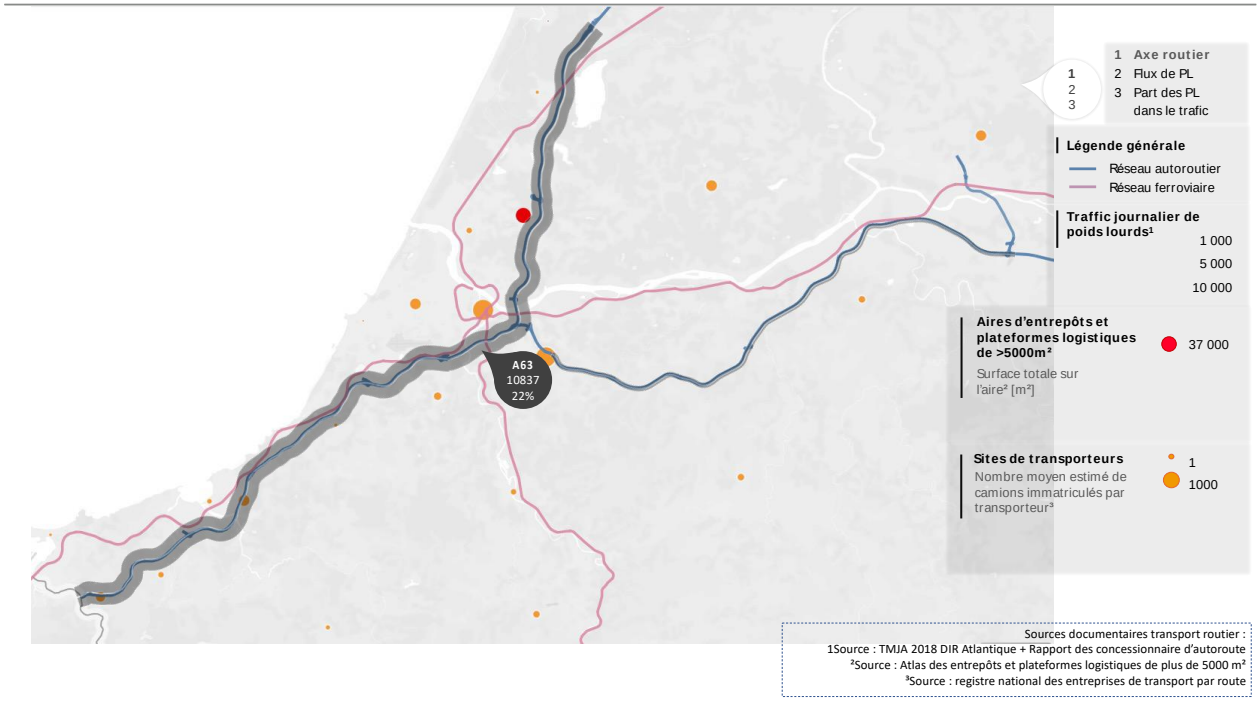



*Figure 2 - Analyse cartographique _Zoom sur Bayonne*

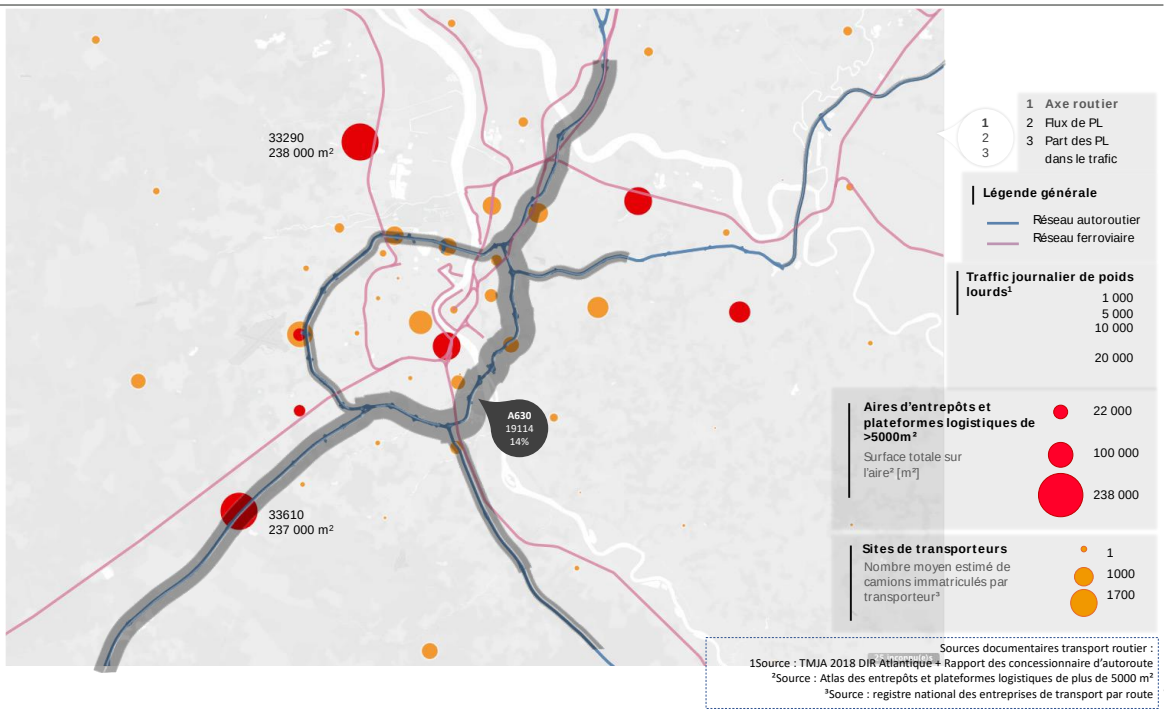



*Figure 3 - Analyse cartographique _Zoom sur Bordeaux*

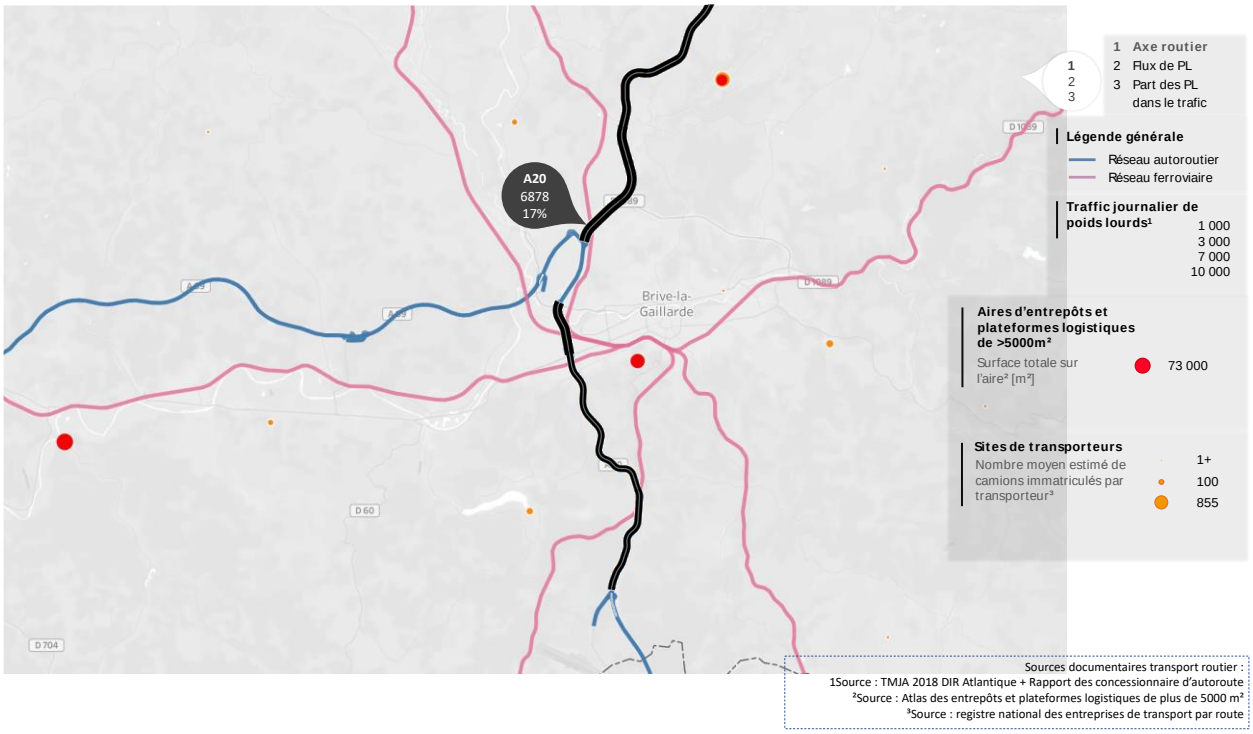



*Figure 4 - Analyse cartographique _Zoom sur Brive-La Gaillarde*

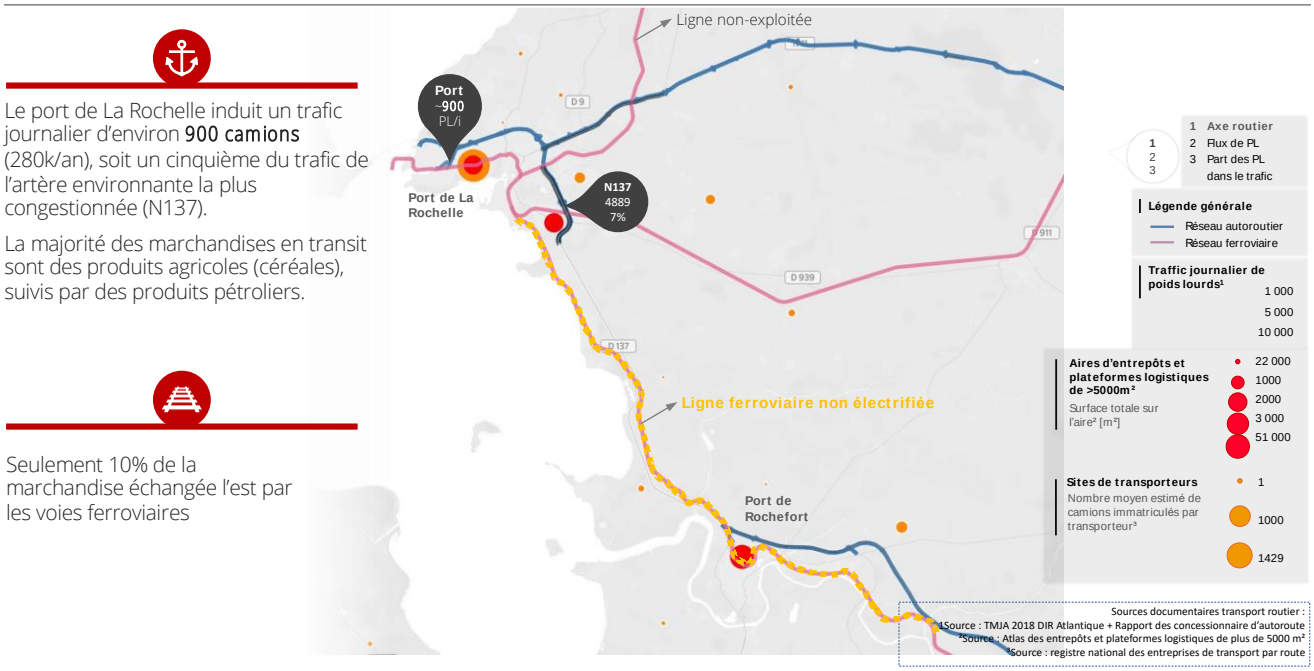



*Figure 5 - Analyse cartographique _Zoom sur La Rochelle & Rochefort*

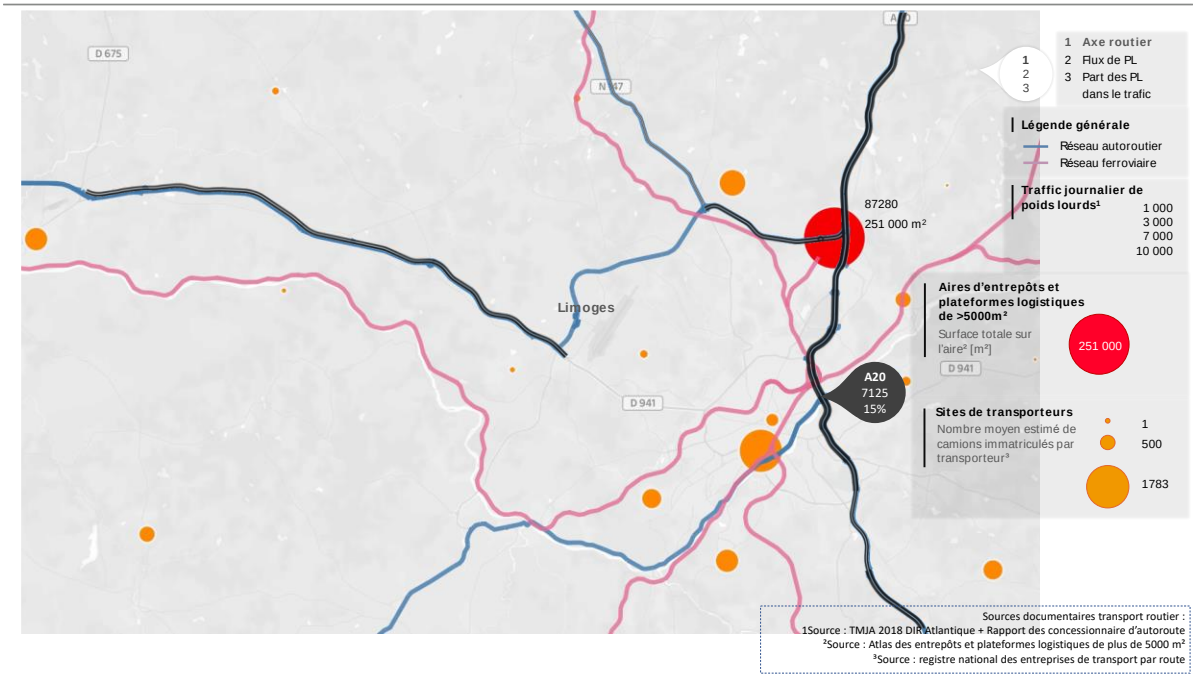



*Figure 6 - Analyse cartographique _Zoom sur Limoges*

## 3. Conclusion de la Phase 1

La Nouvelle-Aquitaine est un véritable terrain de jeu pour tester et déployer des solutions de motorisation alternative dont l'hydrogène dans la mobilité lourde, du fait d'un trafic régional de transports de marchandises très important. La mobilité lourde décarbonée est donc un enjeu majeur pour la Nouvelle-Aquitaine, forte de plusieurs atouts :

- Un corridor reliant le Nord et le Sud de l'Europe,
- Des grands axes routiers reliant ses 7 régions frontalières,
- 4 grands ports de commerce,
- De nombreux sites logistiques concentrés autour des principales métropoles.

Ces mêmes atouts, combinés au volontarisme et à l'implication de nombreux acteurs du territoire, en font une région stratégique pour le développement de la mobilité lourde hydrogène à l'échelle européenne.

# Phase 2 : Prospective du développement de l'Hydrogène dans la mobilité lourde

La prospective du développement de l'hydrogène dans la mobilité lourde a pour but d'évaluer un nombre de véhicules par segment à horizon 2030. Cette échéance permet de donner une visibilité à court et moyen termes tout en se préservant des incertitudes à plus long terme.

## *1. Types d'usages considérés*

La filière du transport de marchandises concerne une variété d'usages et de missions spécifiques, qui, selon leurs contraintes opérationnelles propres, nécessitent des caractéristiques de véhicules variables, pouvant mener à des choix technologiques différents.

Du point de vue des transporteurs et logisticiens, les principaux aspects pris en compte dans le choix d'un véhicule et a fortiori d'un mode de propulsion, pour un usage donné, sont le kilométrage journalier parcouru par le véhicule, le temps disponible pour la recharge, la consommation énergétique du véhicule, le volume et la masse nécessaires pour le transport des marchandises. Sur ces quatre critères, l'hydrogène présente les avantages suivants :

- L'autonomie : Les autonomies des premiers prototypes de poids lourds électriques à hydrogène sont d'environ 400 km, mais les véhicules électriques à hydrogène les plus performants devraient atteindre 1000 km d'autonomie d'ici 2028.
- Le temps nécessaire pour la recharge : Les temps de recharge des poids lourds électriques à hydrogène sont estimés aujourd'hui de 15 à 30 minutes, et pourraient descendre à 10 minutes au cours de la décennie.
- La consommation énergétique : Si le véhicule présente une consommation énergétique élevée, due à la présence d'équipements spécifiques embarqués (semi-remorques frigorifiques par exemple), l'électrique à hydrogène reste particulièrement pertinent.
- Le volume disponible pour le chargement : En pratique, l'utilisation de solutions électriques nécessite un volume pour les composants, réservoirs et motorisation, supérieur à celui des véhicules Diesel. Cette augmentation de volume est de l'ordre d'un facteur deux pour l'électrique à hydrogène et trois pour l'électrique à batterie.

Plusieurs catégories de flottes de véhicules $H_2$ ont été considérées ici :

- Poids Lourds (PL)
- Bennes à Ordure Ménagères (BOM)
- Remorques frigorifiques
- Bus
- Autocars
- Véhicules Particuliers (VP)
- Véhicules Utilitaires Légers (VUL)

Les flottes de bateaux, trains et avions ont également été évaluées à la marge car ces usages présentent peu de maturité à l'horizon retenu de 2030, ainsi que la consommation d'hydrogène en remplacement du gaz naturel.

## 2. *Etude de 2 cas de figures*

Deux cas de figures ont été étudiés.

1) Le 1er cas de figure est une prospective répondant uniquement à la mobilité lourde qui est l'objectif premier de cette étude au vu des spécificités régionales.

2) Le 2ème cas de figure est une prospective qui a pour objectif de répondre à la mobilité dans son ensemble. Il s'agit d'une extension du 1er cas de figure considérant à la fois la mobilité lourde et la mobilité légère.

Ces deux cas considérés permettent d'établir une fourchette du nombre de véhicules, du besoin en hydrogène, et du nombre de stations qui en découle et des cartographies associées.

Les différentes flottes étudiées ont été converties en quantité d'hydrogène consommé. Les hypothèses de kilométrage et de consommation sont présentées dans le tableau ci-dessous :

| Segment | Kilométrage | Consommation par véhicule | |
|---|---|---|---|
| Camions | 55 000 km/an | 0,09 kgH2/km | 4 950 kgH2/an |
| Remorques frigo | 55 000 km/an | 0,03 kgH2/km | 1 680 kgH2/an |
| Bus | 30 000 km/an | 0,08 kgH2/km | 2 400 kgH2/an |
| Autocars | 30 000 km/an | 0,08 kgH2/km | 2 400 kgH2/an |
| VP | 18 000 km/an | 0,01 kgH2/km | 180 kgH2/an |
| VUL | 20 000 km/an | 0,02 kgH2/km | 400 kgH2/an |

*Figure 7 - Hypothèses de kilométrage et de consommation des véhicules*

### 2.1. Cas de figure n°1 : Prospective mobilité lourde

Le tableau ci-après présente le nombre de véhicules ainsi que le taux de pénétration des solutions H2 en 2030 :

| Segment | nb véhicules / segment | Part du nb de véhicules $H_2$ par segment / TOTAL | Conso/véhicule (tH2/an) | Conso/segment (tH2/an) | Part de la consommation d'H2/ segment | Pénétration marché |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Camion** | 1 448 | 65,43% | 4,9 | 7 167 | 80% | **2%** |
| **Remorques frigo** | 121 | 5,47% | 1,7 | 203 | 2% | **2%** |
| **Bus** | 245 | 11,06% | 2,4 | 587 | 7% | **13,50%** |
| **Autocars** | 399 | 18,04% | 2,4 | 958 | 11% | **5%** |

| Total nb véhicules | **2 213** |
|---|---|

*Figure 8 - Nombre de véhicules H2 et taux de pénétration sur le marché*

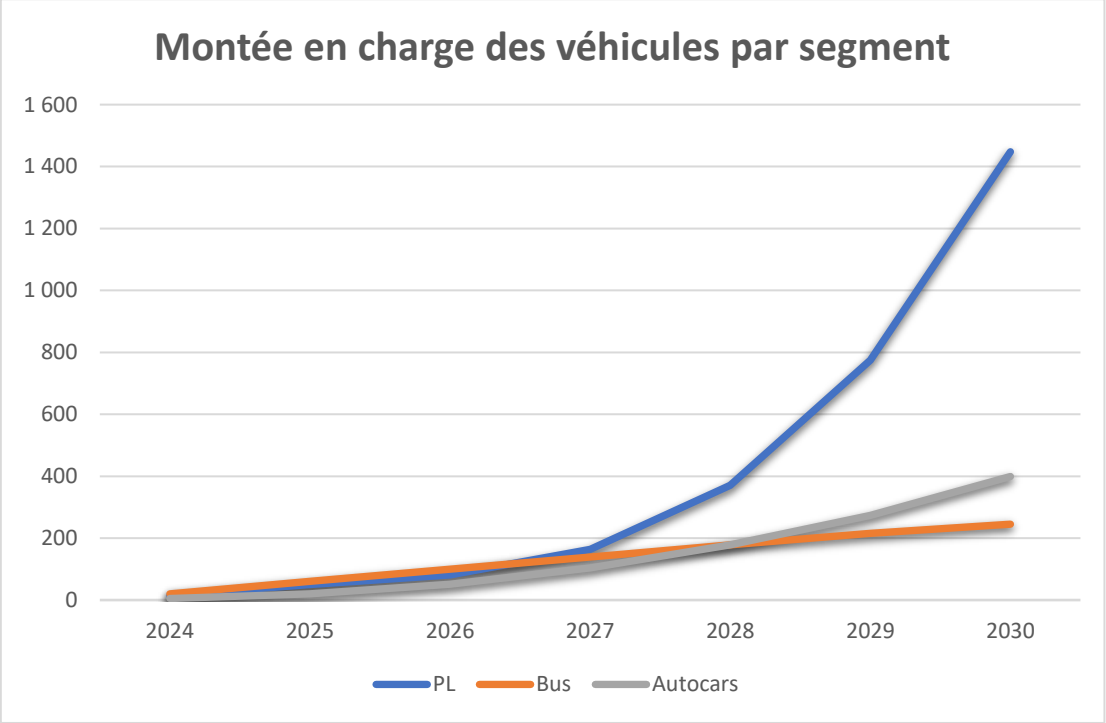



*Figure 9 - Montée en charge des véhicules par segment*

Les camions présentent une montée en charge exponentielle car la plupart des constructeurs prévoient une croissance de la commercialisation à partir de la seconde moitié de la décennie dans le transport routier longue distance, avec en parallèle, une éventuelle baisse du surcoût. Le nombre de bus, dont l'offre est déjà présente et en partie déployée, va évoluer au fur et à mesure des investissements au sein des collectivités. Enfin, le nombre d'autocars va également progressivement augmenter, et les projets de rétrofit devraient dynamiser la montée en charge pour ce segment.

En repartant du besoin en hydrogène en tH2/an nécessaire pour la consommation de l'ensemble des véhicules estimatifs à 2030, cette quantité a été convertie en puissance équivalente.

Il a pour cela été pris comme hypothèse le fait que 1 MW permet de produire 400 kg. Il a ensuite été estimé une marge de production afin de pallier les potentiels aléas et la maintenance. Cette marge est estimée à 25%.

Ces deux hypothèses ont été retenues en lien avec les gestionnaires d'infrastructures de production et d'avitaillement.

| Bilan | |
|---|---|
| TOTAL Consommation annuelle (kgH2) | 8 916 480 |
| TOTAL Consommation journalière (kgH2) | 24 429 |

| | |
|---|---|
| Hypothèse de production journalière d'hydrogène pour 1 MW (kg) | 400 |
| Bilan sur le besoin en puissance d'électrolyseur révisé (MW) | 61 |
| Marge de production | 25% |
| Puissance totale (MW) | 76 |
| tH2/jour | 30,5 |

*Figure 10 - Bilan des consommations pour alimenter 2 213 véhicules*

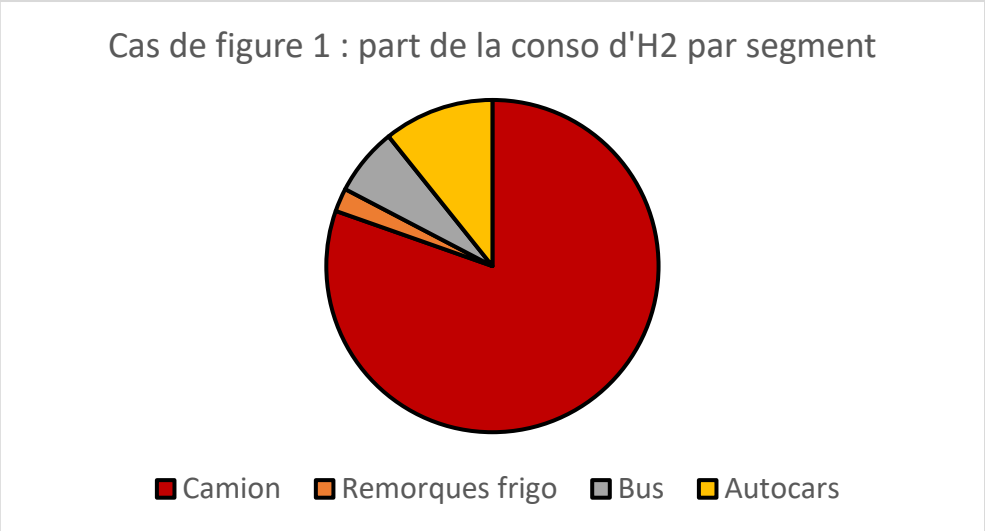



*Figure 11 - Cas de figure 1 : part de la consommation d'hydrogène par segment*

Le maillage de stations qui en découlera permet de montrer les stations de distribution d'hydrogène les plus impactées par le déploiement des usages mobilité lourde hydrogène.

## 2.2. Cas de figure n°2 : Prospective élargie aux VP et VUL

Ce deuxième cas de figure a été étudié, même si les usages de mobilité légère – VUL et VP – sont plus difficiles à capter au sein d'un business model car plus diffus. Cependant, ils peuvent représenter une part non négligeable de la consommation d'une station et ainsi lui permettre d'atteindre une certaine rentabilité économique.

| Segment | nb véhicules / segment | Part du nb de véhicules par segment / TOTAL | Conso/véhicule (tH2/an) | Conso/segment (tH2/an) | Part de la consommation d'H2/ segment | Pénétration marché |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Camion** | 1 448 | 9,39% | 4 950 | 7 167 600 | 52% | **2%** |
| **Remorques frigo** | 121 | 0,79% | 1 680 | 203 280 | 1% | **2%** |
| **Bus** | 245 | 1,59% | 2 400 | 587 520 | 4% | **13,50%** |
| **Autocars** | 399 | 2,59% | 2 400 | 958 080 | 7% | **5%** |
| **VP** | 1 848 | 11,99% | 180 | 332 640 | 2% | **0,05%** |
| **VUL** | 11 352 | 73,65% | 400 | 4 540 800 | 33% | **1,72%** |

| **Total nb véhicules** | **15 413** |
|---|---|

*Figure 12 - Nombre de véhicules H2 et taux de pénétration sur le marché*

| **Bilan** | |
|---|---|
| TOTAL Consommation annuelle (kgH2) | 13 789 920 |
| TOTAL Consommation journalière (kgH2) | 37 781 |

| | |
|---|---|
| Hypothèse de production journalière d'hydrogène pour 1 MW (kg) | 400 |
| Bilan sur le besoin en puissance d'électrolyseur révisé (MW) | 94 |
| Marge de production | 25 % |
| Puissance totale (MW) | 118 |
| t/H2/jour | 47,2 |

*Figure 13 - Bilan des consommations pour alimenter 15 413 véhicules*

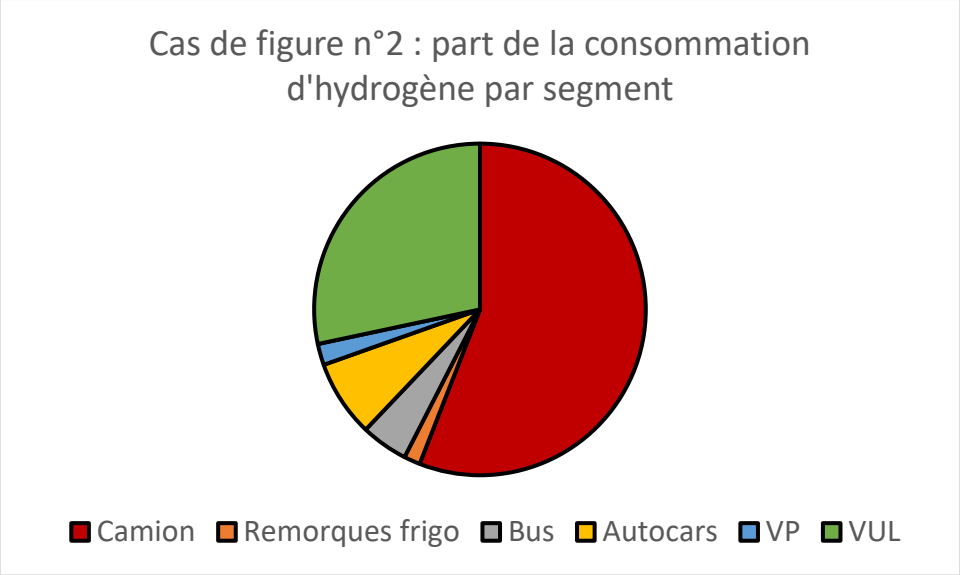



*Figure 14 - Cas de figure 2 : part de la consommation d'hydrogène par segment*

Le maillage de stations qui en découle permet de montrer l'impact potentiel du déploiement de la mobilité légère hydrogène.

### 3. Conclusion de la Phase 2

Le taux de pénétration de la solution H2 reste minime par rapport aux autres solutions de décarbonation de la mobilité lourde. Sans concurrence avec les autres solutions, l'hydrogène émergera là où les acteurs seront volontaires, et où il apportera une véritable plus-value.

L'étude d'un deuxième cas de figure élargi aux VP et VUL, solutions plus matures, a conduit à une estimation jusqu'à environ 15 000 véhicules dont 11 352 VUL qui peuvent participer à rentabiliser les projets, à équilibrer l'économie des sites de production et des stations d'avitaillement.

## Phase 3 : Projection d'une infrastructure régionale de production et d'avitaillement en hydrogène

### 1. Données d'entrée

Les stations de distribution ont été dimensionnées et maillées sur le territoire de Nouvelle-Aquitaine pour répondre à la prospective de développement des véhicules hydrogène réalisée en phase 2, et aux quantités d'hydrogène associées.

Le maillage proposé n'ambitionne pas de positionner précisément ces sites en identifiant des fonciers spécifiques, mais plutôt de mettre en évidence les zones dans lesquelles il est nécessaire de pouvoir disposer de capacité de distribution.

Les éléments suivants ont été pris en compte :

- La répartition géographique des consommations,
- Les règlementations (AFIR, ZFE-m, etc.)
- Le contexte régional : potentiel multimodal, localisation des sites logistiques et des postes RTE.

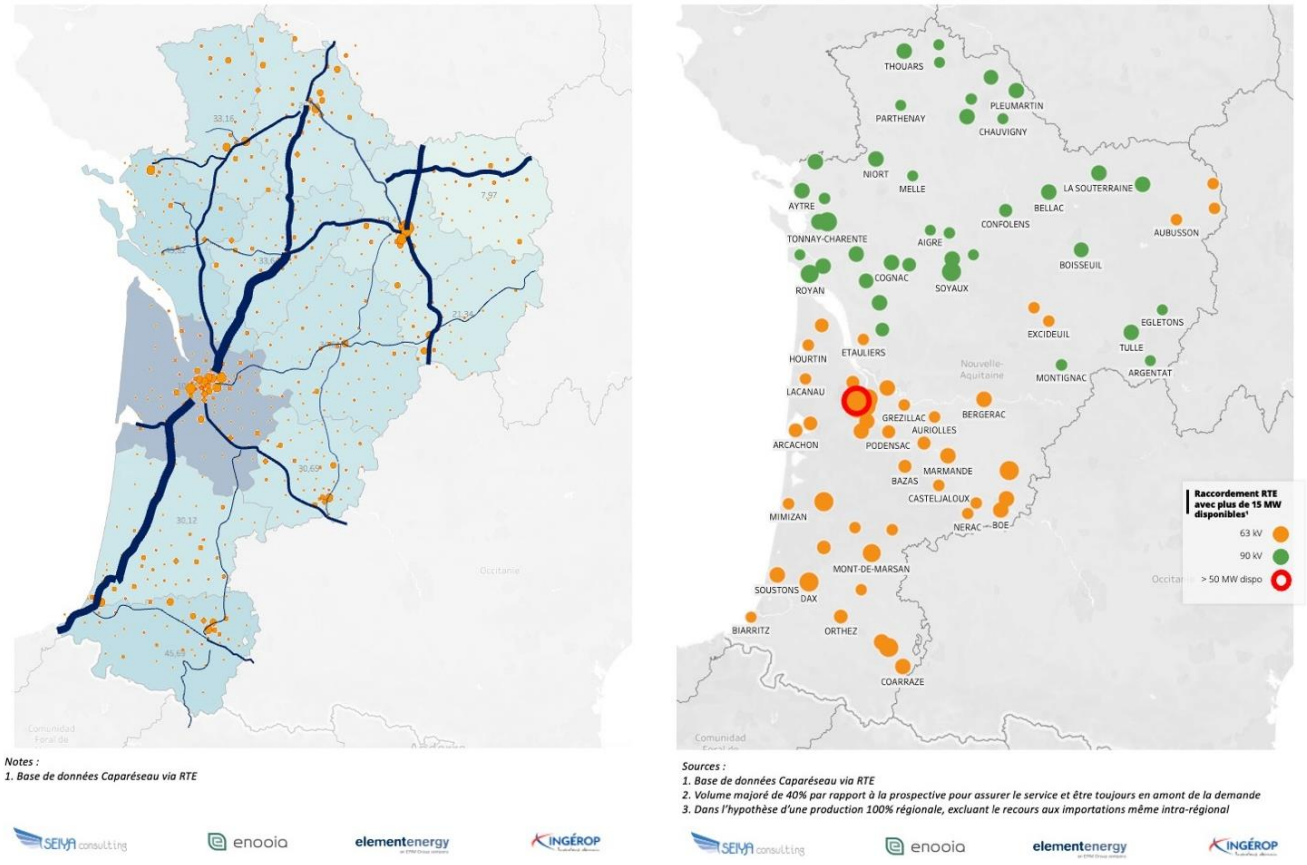



*Figure 15 - Cartographie des centres logistiques et postes RTE*

## 2. Maillage de stations d'avitaillement

Les tailles des stations de distribution ont été dimensionnées pour garantir la viabilité des implantations. Les trois tailles de station (1 $tH_2/j$, 2 $tH_2/j$ et 4 $tH_2/j$) proposées sont proportionnelles aux flux du transport lourd de marchandises sur les axes considérés.

Le travail sur les flux réalisé en Phase 1 a permis d'identifier des axes auxquels il semble particulièrement pertinent de donner la priorité pour l'installation de stations de distribution ciblant les véhicules lourds. Ces axes sont les axes du réseau RTE-T. Ce sont justement sur ces axes que la règlementation AFIR va s'imposer.

Les cartes présentant les consommations et la prospective de répartition des stations de distribution figurent ci-dessous pour chacun des deux cas de figure étudiés.

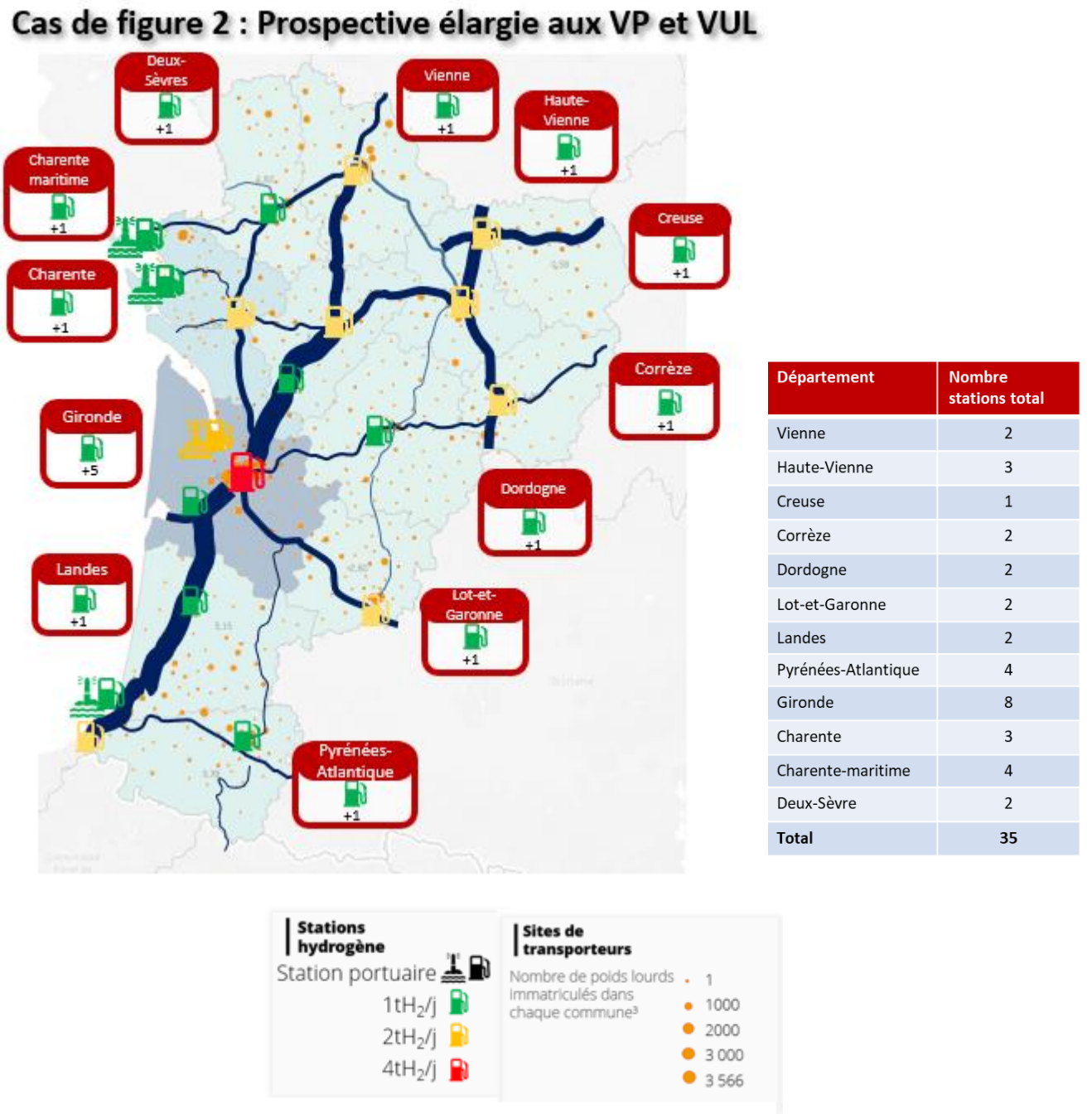
Le cas de figure n°1 met en évidence un minimum de 19 stations de distribution à déployer à l'horizon 2030 pour pouvoir approvisionner l'ensemble des 2 213 véhicules lourds à Hydrogène prospectés dans la phase 2. Ce sont prioritairement des stations portuaires, des stations situées sur le RTE-T (réseau transeuropéen de transport) et des stations sur les grands axes. Ces stations nécessitent un équivalent de 76 MW d'électrolyse et la capacité totale de distribution de ce maillage est équivalente à 31 tH2/j.

| Département | Nombre stations |
|---|---|
| Vienne | 1 |
| Haute-Vienne | 1 |
| Creuse | 1 |
| Corrèze | 1 |
| Dordogne | 1 |
| Lot-et-Garonne | 1 |
| Landes | 1 |
| Pyrénées-Atlantique | 3 |
| Gironde | 3 |
| Charente | 2 |
| Charente-maritime | 3 |
| Deux-Sèvre | 1 |
| **Total** | **19** |

*Figure 16 - Cas de figure 1- Prospective mobilité lourde : Estimation du besoin de capacité de distribution hydrogène sur le territoire de Nouvelle Aquitaine en 2030 en (tH2/j)*

Le cas de figure n°2 met en évidence les 19 stations prioritaires précédemment listées (portuaires/RTE-T/grands axes) complétées de stations au sein des territoires avec le plus de flux afin d'absorber également la consommation des véhicules légers ; portant ainsi le nombre de stations à 35.

Ces stations nécessitent un équivalent de 118 MW d'électrolyse et la capacité totale de distribution de ce maillage est équivalente à 47 tH2/j.




| Département | Nombre stations total |
|---|---|
| Vienne | 2 |
| Haute-Vienne | 3 |
| Creuse | 1 |
| Corrèze | 2 |
| Dordogne | 2 |
| Lot-et-Garonne | 2 |
| Landes | 2 |
| Pyrénées-Atlantique | 4 |
| Gironde | 8 |
| Charente | 3 |
| Charente-maritime | 4 |
| Deux-Sèvre | 2 |
| **Total** | **35** |

*Figure 17 - Cas de figure 2 – Prospective élargie aux VP et VUL : Estimation du besoin de capacité de distribution hydrogène sur le territoire de Nouvelle Aquitaine en 2030 en (tH2/j)*

## 3. Production d'hydrogène

Aujourd'hui, cela reste difficile d'estimer le positionnement et l'envergure de la production. En effet, les écosystèmes actuels n'émergent globalement que sur de petites productions (< 5 MW). En parallèle, de gros projets sont en train d'être amorcés y compris à l'échelle régionale. Ces productions sont supérieures à 50 MW, et permettront, si elles émergent, de faire de grandes économies d'échelle. Cependant, leur coût reste encore inconnu, et leur concrétisation incertaine à ce jour. Leur échéance est certainement plus lointaine.

Les écosystèmes solides ne doivent aujourd'hui pas attendre ces échéances pour émerger. Un travail de réflexion est à mener à l'échelle nationale pour permettre la cohabitation entre les petites productions localisées et les grosses productions centralisées.

Des projets comme HySow, en cours de développement, risque également d'avoir un impact majeur sur la manière de penser la production. Il en est de même pour les projets de recherche d'hydrogène naturel.

Enfin, la production d'hydrogène par électrolyse nécessite une réflexion dès l'amont sur l'origine et la disponibilité des intrants (eau et électricité).

## 4. Freins à lever

La cadence de déploiement des stations de distribution et des sites de production implique que la filière hydrogène ait la capacité de construire autant de stations. L'adaptation des métiers aux spécificités de l'hydrogène a fait l'objet d'un recensement national en 2022[2].

L'accélération des délais d'instruction des dossiers d'autorisation (Rubriques ICPE 1416, 3420 et 4715, Directive SEVESO 2012/18/UE en particulier) par les autorités environnementales semble également nécessaire. Aujourd'hui, le délai pour une procédure d'autorisation (au-delà de 1t d'hydrogène stocké sur le site) est de l'ordre de 1 an. Le partage des enjeux calendaires du déploiement des infrastructures avec les autorités environnementales sera de nature à faciliter l'instruction des dossiers.

Également, le foncier est un enjeu pour les acteurs de la distribution 100% $H_2$, moins pour les acteurs historiques de la distribution de carburant qui pourraient utiliser celui dont ils disposent déjà et qui maille le territoire.

## 5. Aspects énergétiques et environnementaux

Cas de figure n°1 : prospective mobilité lourde

En 2030, c'est l'émission de 85 000 t de $CO_2$ qui pourrait être évitée, soit environ 0,54 % des émissions annuelles du transport routier de Nouvelle-Aquitaine.

Quant au volume d'eau nécessaire à la production de cet hydrogène (électricité et électrolyse), il serait de l'ordre de 890 000 $m^3$/an soit 0,08 % des prélèvements d'eau douce en Nouvelle-Aquitaine (en supposant que ces derniers restent stables). C'est 4 à 40 fois moins que ce que nécessiterait la production de la même quantité d'énergie sous la forme de biocarburants (selon le procédé, la biomasse utilisée et son lieu de production).

Cas de figure n°2 : prospective élargie aux VP et VUL

En 2030, c'est l'émission de 131 556 t de $CO_2$ qui pourrait être évitée, soit environ 0,84 % des émissions annuelles du transport routier de Nouvelle-Aquitaine.

Quant au volume d'eau nécessaire à la production de cet hydrogène, il serait de l'ordre de 1,53 millions de $m^3$/an soit 0,12% des prélèvements d'eau douce en Nouvelle-Aquitaine

Des innovations technologiques afin de rendre moins énergivore la production d'hydrogène ou encore de substituer le prélèvement d'eau de source par l'utilisation d'eaux usées ou

[2] https://www.france-hydrogene.org/press_release/competences-et-metiers-de-la-filiere-hydrogene-adapter-rapidement-pour-former-massivement/

d'eau de mer, sont déjà à l'étude. L'hydrogène naturel est également une piste en cours de recherche.

| | Cas de figure 1 | Cas de figure 2 |
|---|---|---|
| **Consommation d'énergie** | | |
| Consommation annuelle H2 (kt) | 9 | 14 |
| Consommation d'énergie totale (TWh) | 0,5 | 0,8 |
| **Gain CO2 annuel** | | |
| Gain CO2 brut (kt eq.CO2)/an | 105 | 164 |
| CO2 émis pour la production d'H2 (kt eq.CO2/an) | 0,2 | 0,3 |
| Gain CO2 final (kt eq.CO2/an) | 105 | 164 |
| **Consommation d'eau** | | |
| Eau pour la production d'électricité | | |
| Volume d'eau prélevé (3 360 L/kgH2) (millions de m3) | 30 | 47 |
| Volume d'eau récupéré (3 258 L/kgH2) (millions de m3) | 29 | 45 |
| Eau pour l'électrolyse | | |
| Volume d'eau prélevé (20 L/kgH2) (millions de m3) | 0,2 | 0,3 |
| Volume d'eau récupéré (11 L/kgH2) (millions de m3) | 0,1 | 0,2 |
| Volume d'eau total utilisé (millions de m3) | 1 | 2 |
| % du volume d'eau douce prélevé en Nouvelle-Aquitaine par an | 0,08% | 0,12% |

* Hypothèses : 1kgH2 equiv. 4,5L de carburant ; 2,6kgCO2/L source Ademe : soit 4,5*2,6 = 11,7kgCO2 évités par kgH2
** Hypothèses : 36gCO2/kWh, donnée 2021 RTE; 57kWh/kgH2 pour la production et 3kWh/kgH2 pour la compression
*** Source : IFP, Panorama 2011, L'eau pour l'électricité
**** Source : Fact cheking France hydrogène
***** 1,3 milliards de m3 d'eau douce prélevés, Source : Bilan quantitatif des ressources en eau de Nouvelle-Aquitaine – Année hydrologique 2019-2020, ARB - NAQ

*Figure 18 - Synthèse des impacts énergétiques et environnementaux*

### 6. Conclusion de la Phase 3

La prospective prévoit entre 19 et 35 stations de distribution sur l'ensemble du territoire néo-aquitain à horizon 2030. Ce maillage a été construit de manière proportionnelle au flux de mobilité lourde : les stations se concentrent majoritairement sur les grands axes routiers, les nœuds urbains ainsi que les Ports.

L'innovation dans la production d'hydrogène devrait réduire les impacts énergétiques et environnementaux. La consommation en eau restera une problématique à traiter localement.

## Phase 4 : Analyse économique de l'infrastructure Hydrogène

Cette phase a permis de réaliser une analyse économique d'une station et du maillage global pour avitailler le flux de véhicules identifié :

- Caractéristiques principales
- Coût global sur la durée de vie de l'actif
- Calibration d'une phase de montée en charge de la commercialisation d'un point de vue financier

- Analyse économique comparative
- Estimation de l'investissement total et du coût global du maillage de distribution régional identifié à la phase précédente

## 1. Hypothèses sur les stations

Capacité maximale de distribution retenue : 1, 2 ou 4 $tH_2$ par jour, soit une distribution maximale de 365 à 1 440 $tH_2$ par an.

Le tableau ci-après synthétise les hypothèses retenues dans le cadre de ce travail de modélisation économique.

| | HRS 1T | % | HRS 2T | % | HRS 4T | % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Description** | **Budget HT** | | **Budget HT** | | **Budget HT** | |
| **Travaux** | **870 000 €** | 30% | **1 142 892 €** | 28% | **1 970 000 €** | 25% |
| Travaux préparatoire | 432 298 € | | 502 872 € | | 900 000 € | |
| Installation sur site | 288 199 € | | 365 725 € | | 600 000 € | |
| Utilités | 100 870 € | | 194 292 € | | 320 000 € | |
| Comissionning | 48 634 € | | 80 002 € | | 150 000 € | |
| **Matériel / équipement** | **1 798 000 €** | 62% | **2 653 142 €** | 65% | **5 306 283 €** | 68% |
| Stockage | 757 053 € | | 1 415 009 € | | 2 830 018 € | |
| Dispenser | 630 877 € | | 854 901 € | | 1 709 802 € | |
| Contrôle commande | 189 263 € | | 176 876 € | | 353 752 € | |
| Interfaces utilisateurs | 126 175 € | | 117 917 € | | 230 000 € | |
| Système sécurité | 94 632 € | | 88 438 € | | 180 000 € | |
| **Etudes** | **232 000 €** | 8% | **285 723 €** | 7% | **514 301 €** | 7% |
| Ingénierie | 232 000 € | | 285 723 € | | 514 301 € | |
| **TOTAL CAPEX** | **2 900 000 €** | | **4 081 756 €** | | **7 790 584 €** | |

*Figure 19 - Synthèse des lots retenus pour la modélisation économique*

Les données ci-dessus sont des moyennes mises à jour mi-mars 2023 avec les constructeurs français de stations sur des batchs de production industrielle déjà engagés sur 2023-2024. Le fait que ces stations soient standardisées par lots permet en effet une réduction importante des coûts sur l'ensemble des postes, notamment sur la partie ingénierie et travaux.

## 2. Exemple de montée en charge d'une station 1 tH2/j

**Cas de figure 1 : prospective mobilité lourde**

La montée en charge et la typologie des véhicules engendrent un niveau de saturation allant jusqu'à 80% au bout de 7 ans.

| | 31/12/2024 | 31/12/2025 | 31/12/2026 | 31/12/2027 | 31/12/2028 | 31/12/2029 | 31/12/2030 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % de saturation | 0,1% | 2,9% | 3,3% | 5,2% | 20,3% | 60,1% | 80,4% |
| Nb véhicules fin d'année | 2 | 3 | 5 | 9 | 35 | 61 | 72 |
| Volume H2 fin d'année | kthH2 | 11 kthH2 | 12 kthH2 | 19 kthH2 | 74 kthH2 | 220 kthH2 | 293 kthH2 |
| Croissance annuelle | | 2161% | 15% | 57% | 288% | 196% | 34% |

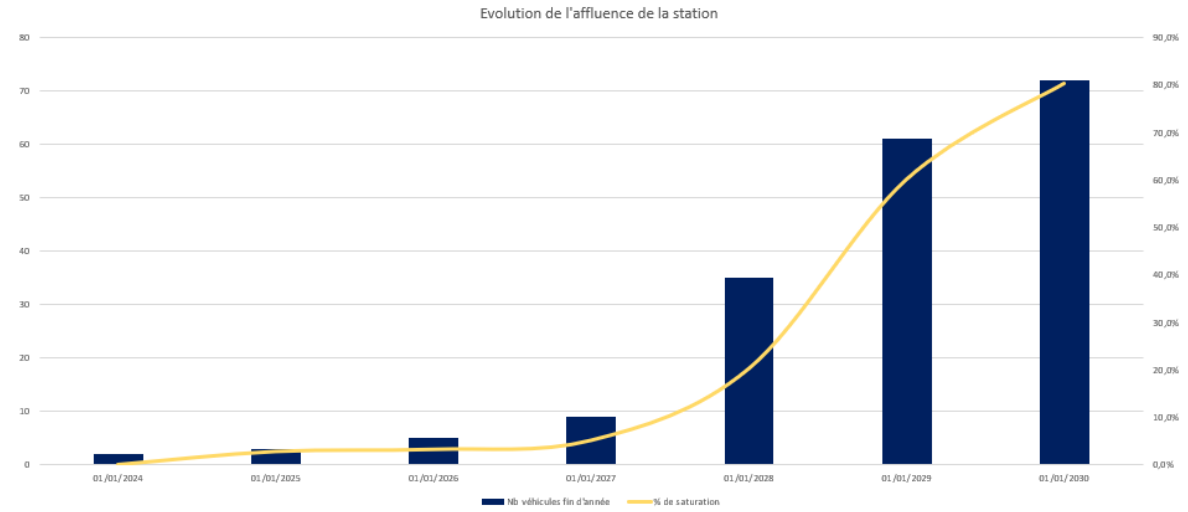



*Figure 20 - Cas de figure 1- Prospective mobilité lourde : montée en charge de l'affluence d'une station 1t$H_2$/j*

Pour la station 2 tH2/j, le niveau de saturation pourra aller jusqu'à 73% au bout de 7 ans.

**<u>Cas de figure 2 : prospective élargie aux VP et VUL</u>**

La montée en charge et la typologie des véhicules engendrent un niveau de saturation allant jusqu'à 78% au bout de 7 ans.

| | 31/12/2024 | 31/12/2025 | 31/12/2026 | 31/12/2027 | 31/12/2028 | 31/12/2029 | 31/12/2030 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % de saturation | 0,1% | 3,0% | 3,8% | 11,3% | 33,4% | 63,6% | 77,8% |
| Nb véhicules fin d'année | 2 | 5 | 9 | 32 | 93 | 242 | 327 |
| Volume H2 fin d'année | kthH2 | 11 kthH2 | 14 kthH2 | 41 kthH2 | 122 kthH2 | 232 kthH2 | 284 kthH2 |
| Croissance annuelle | | 2213% | 29% | 196% | 196% | 91% | 22% |

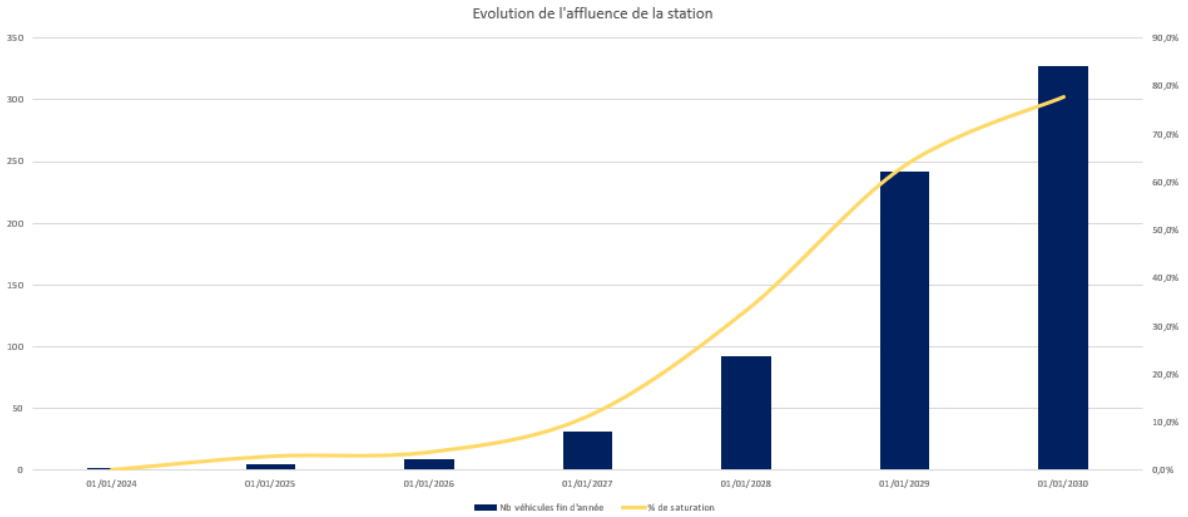



*Figure 21 - Cas de figure 2 – Prospective élargie aux VP et VUL : montée en charge de l'affluence d'une station 1t $H_2$/j*

Pour la station 2 tH2/j, le niveau de saturation pourra aller jusqu'à 78% au bout de 7 ans.

## 3. Cas d'une station 4 tH2/j

Cette typologie de station apparait plus tard et son modèle économique présente donc plus d'incertitudes que pour les stations de distribution ayant des capacités plus faibles. Ces stations bénéficieront de la montée en cadence des stations de 1 tH2/j et 2 tH2/j. La montée en charge de ces stations sera en outre différente de celle considérée pour les stations de 1 tH2/j et 2 tH2/j.

Plusieurs problématiques seront à régler, notamment celles du foncier et de la logistique. L'hydrogène liquide peut alors devenir une solution. Plusieurs verrous techniques restent cependant à lever, notamment l'évaporation (pertes).

## 4. Investissement nécessaire pour le maillage complet

Le déploiement des stations de distribution tel qu'envisagé dans le cadre de la Phase 3 nécessite des investissements qui sont synthétisés dans les tableaux ci-après. Ces coûts sont à prendre en compte comme des ordres de grandeur, basés sur un benchmark 2022, et peuvent être amenés à évoluer dans le temps.

### 4.1. Coûts d'investissement selon la taille des stations

| | Station 1T | Station 2T | Station 4T |
|---|---|---|---|
| **Description** | **Budget HT** | | |
| **Travaux** | **870 000 €** | **1 140 000 €** | **1 970 000 €** |
| Travaux préparatoire | 430 000 € | 500 000 € | 900 000 € |
| Installation sur site | 290 000 € | 370 000 € | 600 000 € |
| Utilités | 100 000 € | 190 000 € | 320 000 € |
| Comissionning | 50 000 € | 80 000 € | 150 000 € |
| **Matériel / équipement** | **1810 000 €** | **2 650 000€** | **5 300 000 €** |
| Stockage | 760 000 € | 1 400 000 € | 2 830 000 € |
| Dispenser | 630 000 € | 860 000 € | 1 710 000 € |
| Contrôle commande | 190 000 € | 180 000 € | 350 000 € |
| Interfaces utilisateurs | 130 000 € | 120 000 € | 230 000 € |
| Système sécurité | 100 000 € | 90 000 € | 180 000 € |
| **Etudes** | **230 000 €** | **280 000 €** | **510 000 €** |
| Ingénierie | 230 000 € | 280 000 € | 510 000 € |
| **TOTAL CAPEX** | **2 910 000 €** | **4 070 000 €** | **7 780 000 €** |

*Figure 22 - Coûts d'investissement par taille de stations*

### 4.2. Montant total d'investissement à l'échelle du maillage de stations

**Cas de figure 1 : prospective mobilité lourde**

| | Nb stations à 2030 | Coût unitaire | Coût total par type de station |
|---|---|---|---|
| Station 1T/j | 9 | 2 910 000 € | 26 200 000 € |
| Station 2T/j | 9 | 4 070 000 € | 36 700 000 € |
| Station 4T/j | 1 | 7 780 000 € | 7 780 000 € |

| | |
|---|---|
| Coût total du maillage | 71 M € |

*Figure 23 - Cas de figure 1 – Prospective mobilité lourde : coûts d'investissement du maillage*

**Cas de figure 2 : prospective élargie aux VP et VUL**

| | Nb stations à 2030 | Coût unitaire | Coût total par type de station |
|---|---|---|---|
| Station 1T/j | 25 | 2 910 000 € | 72 800 000 € |
| Station 2T/j | 9 | 4 070 000 € | 36 700 000 € |
| Station 4T/j | 1 | 7 780 000 € | 7 780 000 € |

| | |
|---|---|
| Coût total du maillage | 117 M € |

*Figure 24 - Cas de figure 2 – Prospective élargie aux VP et VUL : coûts d'investissement du maillage*

## 5. Conclusion de la Phase 4

A ce stade de l'étude, et parce que la taille des sites n'a pu être dimensionnée, le coût de la production régionale d'hydrogène n'a pu être établi. Les installations de production et de distribution doivent se développer en parallèle des usages potentiels.

La fourchette qui ressort de l'analyse – entre 71 M€ et 117 M€ selon le cas de figure considéré - représente le montant total d'investissements nécessaire à la réalisation de ce maillage. Ce sont des montants conséquents pour lesquels tous les leviers doivent être activés pour concrétiser le maillage projeté à 2030.

# Conclusion de l'étude

La Région Nouvelle-Aquitaine est traversée par plusieurs axes majeurs ce qui lui confère un fort potentiel de développement pour la mobilité lourde à hydrogène. Le trafic de poids lourds est en effet très important sur l'axe A63-RN10 en raison des échanges de marchandises avec la Péninsule Ibérique. Les axes A20, N141, et N145, moins denses, restent des axes très fréquentés ; et l'axe A62 permet de relier l'Occitanie et son Corridor $H_2$.

L'existence de 4 ports de commerce importants sur le territoire génère également du trafic, tout comme les nombreux sites logistiques qui se concentrent autour des principales métropoles de la région.

Ce contexte, favorable à la mobilité lourde, permet d'estimer environ 2000 véhicules routiers PL (camions, autocars, bus et remorques frigorifiques) qui s'avitailleraient en hydrogène en Nouvelle-Aquitaine à l'horizon 2030. Le maillage régional correspondant représenterait un minimum de 19 stations à déployer pour que cette mobilité lourde à Hydrogène, de l'échelle régionale à l'échelle européenne, puisse correctement s'avitailler en Nouvelle-Aquitaine. Une puissance d'électrolyseurs de 76 MW serait à installer pour répondre à cette prospective, soit une équivalence de 31tH2/j.

Cette prospective élargie aux véhicules légers (notamment pour répondre à l'offre et la demande qui est en train de se mettre en place sur les VUL), conduirait à un maillage de 35 stations à déployer à 2030 pour avitailler environ 15 000 véhicules à hydrogène, soit une puissance d'électrolyseurs à installer de 118 MW équivalent à 47tH2/j.

Cette prospective de développement de la mobilité lourde à hydrogène n'engendre pas de concurrence avec les autres vecteurs énergétiques (BioGNV, électrique …) qui se déploient en Nouvelle-Aquitaine, au vu de son faible taux de pénétration sur le marché (2% pour les camions, 5% pour les autocars, ou encore 1,72 % pour les VUL). Elle reste complémentaire en étant fléchée sur des besoins et usages spécifiques qui s'étudient au cas par cas.

Enfin, le montant des investissements nécessaires à la réalisation de ce maillage de stations d'avitaillement est évalué entre 71M€ et 117 M€, selon le cas de figure. Il apparait primordial que les acteurs de la filière se saisissent du portage de ces investissements afin de concrétiser ce maillage régional, tout en recherchant des soutiens notamment au niveau européen et national.

En parallèle, à partir de ces résultats, la Région va définir les outils et actions à mettre en place pour participer à cette dynamique.

# Annexes

Membres du Comité de Pilotage

**Région Nouvelle-Aquitaine**

- Carine LASBRUGNAS, Cheffe du Service Solutions Energétiques Innovantes
- Charles VERRIER, Chargé de mission Hydrogène et Agrivoltaïsme
- Ariane RIFFAUD, Chargée de mission Hydrogène et Energies Innovantes
- Vanessa LODIE, Chargée de mission Infrastructures – Transports Grands Ports Maritimes
- Benoit PETRIDIS, Chargé de mission Innovation, Verdissement des flottes
- Gerard MAJEWSKI, Chef de projet, référent de la feuille de route Hydrogène
- Véronique ROY, Chargée de mission Transport de marchandises, Ports, Economie maritime et Croissance bleue

**Agence de Développement et d'Innovation Nouvelle-Aquitaine**

- Fayah ASSIH, Responsable du Service Transitions Energétique et Environnementale

**Banques des Territoires**

- Raphael ROGE, Responsable Investissements Numérique et Mobilité Durable

**Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie**

- Thomas FERENC, Coordinateur régional Hydrogène et biogaz

**Consortium missionné pour l'étude :**

**Seiya Consulting**

- Bertrand CHAUVET, Président
- Thomas VERMEERSCH, Directeur Général
- Ugo VOISIN, Consultant Manager
- Léopold THOMAS, Consultant Junior

**Enooia**

- Philippe LAURET, Président
- Jean LE COCGUIC, Associé

**Element Energy**

- Elise RAVOIRE, Consultant principal

**Ingérop**

- Jean DUMESNIL, Responsable Développement Industrie

Références bibliographiques :


- FCH JU
- Roland Berger : Fuel Cells Hydrogen Trucks
- Rapport du CGDD 2016
- Projection de la demande de transport sur le long terme – ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer - 2016
- Rapport OCDE ITF Transport Outlook 2019
- IEA Global Hydrogen Review 2021
- Scenario 2035-2050 ADEME
- Scenarios neutralité carbone 2050 ADEME
- Plan Ambition 2030 (France Hydrogène, 2021)
- CCFA
- ACEA 2022
- IMO
- Alstom
- GAMA
- Scénarios RTE Futurs énergétiques 2050
- SDES
- Livre blanc du camion hydrogène, France hydrogène
- Rapport Simian sur le verdissement des matériels roulants ferroviaires

+ D'INFORMATION

energie@nouvelle-aquitaine.fr

# ETUDE RÉGIONALE **HYDROGÈNE** 2023

RÉGION Nouvelle-Aquitaine

nouvelle-aquitaine.fr