

Jun 2024

Régions Île-de-France et Normandie, délégation interministérielle au développement de la vallée de la Seine

Étude interrégionale sur le développement de l'H2 en Vallée de Seine

Prospective H2 – version pour diffusion



Délégation interministérielle
au développement
de la vallée de la Seine

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Contexte et objectif du document..... | 2 |
| Méthodologie et données de référence | 3 |
| 1. Méthodologie prospective..... | 3 |
| 1.1 Présentation générale de la méthodologie déployée | 3 |
| 1.2 Limites de l'exercice de prospective | 3 |
| 1.3 Précisions concernant les temporalités 2030, 2040, 2050 | 4 |
| 1.4 Précision sur la nature des usages prospectifs..... | 4 |
| 1.5 Précisions méthodologiques concernant la mobilité routière..... | 4 |
| 1.6 Précisions méthodologiques concernant le transport aérien..... | 5 |
| 1.7 Précisions méthodologiques concernant les raffineries et bioraffineries | 6 |
| 2. Données de référence | 8 |
| Synthèse du scénario de consommation retenu..... | 9 |
| Annexes..... | 11 |
| 1. Bibliographie..... | 11 |

Contexte et objectif du document

Ce document fait suite à l'état des lieux de la dynamique hydrogène renouvelable et bas carbone en Vallée de Seine et dans les territoires adjacents réalisé dans la phase 1 de l'étude, ainsi qu'à la synthèse de la réglementation (technique et non technique) pouvant impacter le déploiement de l'hydrogène sur le territoire.

L'objectif de ce livrable de la phase 2 est de présenter **une vision prospective à 2040 du potentiel de consommation de l'hydrogène renouvelable et bas carbone** en Vallée de Seine pour les usages dans le transport (routier, maritime, fluvial, aérien) et dans l'industrie (usages matière et énergie). Les chiffres présentés plus bas correspondent **aux besoins prospectifs en hydrogène renouvelable et bas carbone sur le territoire, indépendamment du lieu de production de la molécule**, qui pourra être en dehors de la Vallée de Seine, voire hors de France.

Le document comporte 3 scénarios de consommation d'hydrogène renouvelable et bas carbone, selon différentes hypothèses précisées dans le document :

- **Bas**, reposant sur les hypothèses les moins favorables au déploiement de l'hydrogène ;
- **Médian**, reposant sur les hypothèses les plus réalistes au regard des connaissances actuelles ;
- **Haut**, reposant sur les hypothèses les plus favorables au déploiement de l'hydrogène.

Le scénario retenu permettra ensuite de « territorialiser » la consommation potentielle d'H2 à la maille départementale, c'est-à-dire affecter le besoin à un territoire donné. Il s'agira alors de réaliser une analyse d'écart entre les infrastructures en déploiement (stations de distribution, sites de production notamment) recensées dans l'état des lieux et les besoins associés au potentiel de consommation d'H2 à horizon 2030, 2035 et 2040. Une fois cet écart identifié, il sera possible de **déterminer les infrastructures complémentaires à mettre en œuvre pour répondre aux besoins à court terme (2030)**, dans le cadre d'une **feuille de route interrégionale** et déployée à travers un **plan d'action**.

A la suite des discussions avec les Régions et l'État, **un scénario avec des hypothèses adaptées à chaque Région** sur des segments du transport terrestre a été défini. Ce scénario « de référence », **retenu pour la suite de l'étude**, est décrit dans ce document en complément des 3 scénarios (bas, médian, haut).

NB : le document, réalisé au printemps 2024, **n'intègre pas** les grands projets annoncés au Havre en novembre 2024

Méthodologie et données de référence

1. Méthodologie prospective

1.1 Présentation générale de la méthodologie déployée

La méthodologie déployée varie selon les segments d'usage.

| Usages | Méthodologie prospective |
|--|--|
|  Mobilités lourdes | Parc : registre des immatriculations et hypothèses d'évolution du parc à long terme selon des critères socio-économiques Consommation H2 : consommations moyennes par segment d'usage |
|  Mobilités légères | Horizon 2030 : demande H2 conditionnée par le niveau d'offre par segment d'usages – répartition territoriale de la capacité de production des constructeurs par une méthode de scoring territorial Horizon 2040 : hypothèses de progression plus ou moins dynamiques de pénétration de marché de l'H2 entre 2030 et 2050 Horizon 2050 : identification de taux de pénétration du marché par les solutions H2 NB : les besoins au sol pour les aéroports franciliens proviennent des données fournies par ADP |
|  Fluvial | Reprise des volumes des différents scénarios de l'étude Avicafe/Fluent de VNF |
|  Maritime | Navires captifs (servitude, pêche, ...) : application de taux de pénétration des solutions H2 sur le parc existant + hypothèses d'évolution du parc Navires de transit (ferry, porte-conteneurs, ...) : hypothèse de soutage en électro-carburant pour les ports normands |
|  Aérien | H2 direct : hypothèses ADP retravaillées e-CAD et bio-CAD : hypothèses feuille de route de la décarbonation du transport aérien retravaillées (cf. précisions méthodologiques sur le lien entre raffinerie et bio-CAD) |
|  Pétrochimie et Ammoniac | Evolution de la demande de carburant (pétrochimie) et hypothèses de la transformation du process de production d'ammoniac et des raffineries en fonction des différents entretiens. (cf. précisions méthodologiques sur le lien entre raffinerie et bio-CAD) |
|  Industrie diffuse | Sites et consommation H2 : base de données EU-ETS, conversion des émissions de CO2 émis, conversion énergétique (sur base d'une hypothèse de consommation de gaz naturel fossile) Projections : plans de transition sectoriel et hypothèses Seiya |

1.2 Limites de l'exercice de prospective

L'exercice de prospective repose sur les hypothèses semblant **les plus réalistes au moment de l'étude**. Le positionnement des acteurs, les évolutions technologiques, réglementaires et financières relatives à la transition énergétique tout comme les actualités géopolitiques peuvent avoir des effets significatifs sur le déploiement de l'hydrogène, en volume, comme en rythme.

Par ailleurs, certains segments d'usages potentiels ne sont pas modélisés en l'absence de données suffisamment fiables pour réaliser une étude prospective :

- **Hydrogène supplémentaire pour la production de biocarburants pour le transport maritime et fluvial** : certains procédés tel l'hydrogénation pour le HVO ou de méthanolisation pour la production de biométhanol nécessitent de l'H2. En l'absence de données et d'hypothèses suffisamment solides sur l'hydrogène nécessaire à ces procédés pour les applications maritimes et fluviales, ces consommations potentielles n'ont pu être modélisées.
- **Hydrogène pour le transport ferroviaire** : l'état des lieux fait ressortir des lignes non électrifiées en Vallée de Seine, la conversion à l'H2 nécessite cependant des analyses fines, lignes par lignes, l'hydrogène étant une solution parmi d'autres.
- **Hydrogène pour les engins non-routiers dans le secteur de la construction**, en l'absence de données suffisamment fiables sur le parc

Les consommations associées à ces usages devraient cependant représenter un volume assez marginal à l'échelle de la Vallée de Seine.

Par ailleurs, le segment de l'hydrogène pour les usages de mobilité non routière dans les ports maritimes et fluviaux a fait l'objet d'une modélisation partielle. Il s'agit ici de consommations

potentielles pour les engins de manutention ou encore de groupes électrogènes pour la recharge à quai (en l'absence d'électrification directe des quais). Les données collectées portent sur un périmètre limité (un type d'engin, pour les ports d'HAROPA uniquement). Par ailleurs, l'offre H₂ est en cours d'élaboration avec une visibilité faible sur la disponibilité des véhicules.

1.3 Précisions concernant les temporalités 2030, 2040, 2050

La période étudiée s'étend jusqu'en 2040. Néanmoins pour plusieurs segments des hypothèses à horizon 2050 sont annoncées car il s'agit d'une période de référence pour de nombreuses études. En l'absence de données pour 2040, les données sont estimées à 2040 en fonction d'une hypothèse sur la dynamique de pénétration de marché.

1.4 Précision sur la nature des usages prospectifs

L'exercice de prospective repose sur des méthodes variant selon les segments étudiés.

Ainsi sur des segments comme le transport terrestre routier, les consommations futures sont théoriques : le territoire dispose d'un potentiel de développement de l'hydrogène sur le segment au regard de certaines caractéristiques et hypothèses, qui pourra se concrétiser sous certaines conditions (par exemple, le déploiement d'une offre de véhicule compétitive et accessible).

A l'inverse, des usages prospectifs, dans l'industrie en particulier, font l'objet d'annonces et sont associés à un projet de production d'H₂ : c'est le cas par exemple de TotalEnergies qui s'est engagé à acquérir la moitié de la production d'H₂ renouvelable et bas carbone du projet Normand'hy porté par Air Liquide, pour lequel une décision finale d'investissement a été prise. Ces usages ont davantage de probabilité de se matérialiser que ceux plus « théoriques », même si des incertitudes persistent (pour les projets n'ayant pas atteints la décision finale d'investissement par exemple).

La répartition entre les usages prospectifs « théoriques » et ceux rattachés à un projet est proposée, pour le scénario médian, en annexe du document.

1.5 Précisions méthodologiques concernant la mobilité routière

1.5.1 Analyse du parc immatriculé, analyse des flux de véhicules et analyse des consommations de carburants

L'analyse prospective pour la mobilité routière repose sur l'étude des véhicules immatriculés sur les territoires étudiés et non sur les flux de véhicules empruntant les axes routiers du territoire. Cette méthodologie a été retenue dans la mesure où elle permet de projeter une consommation théorique en carburant fossile puis bas-carbone sur différentes catégories de véhicules.

Afin de mesurer la fiabilité de cette approche, des entretiens avec des représentants d'AirNormandie et AirParif ont été réalisés. En parallèle, la méthodologie d'évaluation des consommations futures d'hydrogène à partir des immatriculations a également été comparée aux volumes de consommations réelles de carburants sur les territoires étudiés. Il ressort de ces travaux que :

- Le nombre de véhicules circulant sur un territoire diffère légèrement du nombre de véhicules immatriculés, sans qu'une méthode soit considérée comme plus juste qu'une autre pour déterminer le volume de carburant consommé. Il y a généralement un peu plus de véhicules qui circulent sur un territoire que de véhicules immatriculés.
- Le calcul des consommations de carburant à partir des parcs immatriculés sur un territoire et une année donnée aboutit à des résultats proches des consommations réelles (+15% / -15% selon les régions).

Les flux seront étudiés pour positionner les stations dans les zones les plus pertinentes dans la suite de la démarche.

1.5.2 Place des véhicules GNV et Bio GNV dans la prospective

L'hypothèse retenue, en lien avec les nouvelles réglementations européennes, prévoit une mobilité 100% décarbonée à l'usage à horizon 2050, avec l'ensemble du parc composé de solutions électriques batterie et électriques (ou combustion) hydrogène. Le volume de véhicules GNV et bio GNV devrait être marginal à cet horizon de temps :

- La solution GNV reste beaucoup plus carbonée que les alternatives électrique ou hydrogène et émettrait de nombreuses particules fines responsable de la pollution atmosphérique en ville ¹ ;
- Les solutions Bio-GNV, présentent certes des émissions de CO2 plus faibles que le GNV, mais aussi des émissions de NOx et de particules fines plus importantes qu'une solution 0 émission à l'usage, en décalage avec les politiques publiques mises en place pour améliorer la qualité de l'air ;
- Le biométhane disponible pour les usages routiers serait vraisemblablement limité et avec un surcoût très important par rapport au GNV².

Cette hypothèse est valable pour l'ensemble des segments mobilités routières et pour tous les scénarios. Les solutions GNV et Bio-GNV pourraient toutefois constituer une solution de transition à court-moyen termes sur certains segments.

1.6 Précisions méthodologiques concernant le transport aérien

L'hydrogène renouvelable et bas carbone intervient de plusieurs manières dans la décarbonation du transport aérien :

- **Directement, dans les carburants alternatifs (usage direct ou matière première) pour le transport aérien :**
 - sous forme d'hydrogène gazeux ou liquide consommé directement par les aéronefs, cet H2 « direct » est considéré, au sens de la réglementation ReFuel EU aviation, comme un « RFNBO », c'est-à-dire un carburant renouvelable d'origine non biologique, l'H2 direct est un des électro-carburants d'aviation durable (e-CAD) – des prévisions ont été transmises par ADP
 - en tant qu'intrant dans la fabrication d'électro-carburant, c'est-à-dire généralement associé à du CO2 – c'est par exemple le produit de sortie des projets KerEAUZen et Verso
 - L'H2 utilisé en tant que carburant alternatif est affecté à un usage « transport aérien »
- **Indirectement, en substitution de l'hydrogène fossile utilisé traditionnellement pour la désulfuration des essences dans les raffineries/bioraffineries.** En ce sens l'hydrogène renouvelable et bas-carbone permet un meilleur bilan carbone des produits de sortie des raffineries, et en particulier des bio-carburants d'aviation durable (bio-CAD) – c'est l'un des produits de sortie de bioraffinerie comme celle de TotalEnergies à Grandpuits.

¹ Transport & Environnement - LNG trucks : a dead end bridge - 2021

² *Ibid* - L'ONG Transport & Environnement estimait ainsi en 2021 que l'intégralité des ressources en biométhane des 6 plus grand pays européens ne permettrait de répondre qu'à 4 à 28% des besoins en énergie des poids lourds en 2050 (en excluant ainsi les usages pour l'industrie, la chaleur, d'autres mobilités lourdes)

→ L'H2 utilisé traditionnellement dans les procédés de désulfuration, pour produire des carburants ou bio-carburants est affecté à un usage « raffinerie ». Aussi, **la demande prospective en bio-CAD implique des besoins supplémentaires en H2 renouvelable et bas-carbone pour les raffineries.**

La prospective repose sur la feuille de route de décarbonation du transport aérien qui propose, dans ses différents scénarios, un volume d'H2 renouvelable et bas carbone nécessaire à l'atteinte d'objectifs plus ou moins ambitieux de décarbonation du transport aérien. Ces estimations du volume d'H2 nécessaire portent à la fois sur :

1. L'H2 consommé directement par les futurs avions hydrogène ;
2. L'H2 nécessaire à la production d'électro-carburant d'aviation durable (e-CAD hors H2 direct) ;
3. L'H2 nécessaire à la production de biocarburants d'aviation durable (via des activités traditionnelles de raffinerie pour notamment la désulfuration des biocarburants).

En l'absence de données sur la répartition entre ces 3 postes, des hypothèses ont été prises pour reconstituer la part respective d'H2 pour l'aviation (1. et 2.) et les raffineries (3.).

Par ailleurs les volumes d'H2 proposés par la feuille de route ont été ajustés afin de tenir compte des derniers objectifs de la directive européenne Refuel EU aviation, supérieurs à ceux en discussion au moment de l'élaboration de la feuille de route. Le scénario « Action » visait en effet à répondre à minima aux objectifs de la directive et le scénario de référence reposait sur la moyenne des scénarios étudiés, dont le scénario « Action ».

1.7 Précisions méthodologiques concernant les raffineries et bioraffineries

Les raffineries consomment traditionnellement de l'hydrogène dans leur processus de nettoyage des essences. A partir d'un intrant donné, les raffineries produisent différents types de carburants, à la fois pour la mobilité routière, pour le transport aérien ou pour d'autres usages (naphta, fioul lourd et domestique, bitume etc.).

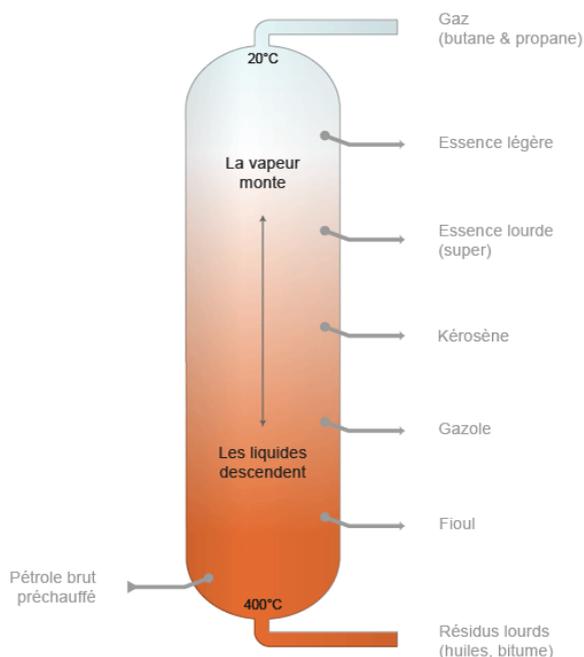


Schéma simplifié des différents produits de sortie d'une raffinerie

Les scénarios de consommation d'hydrogène renouvelable des raffineries proviennent de deux sources :

- les informations partagées par les raffineurs sur leur consommation future d'H2 renouvelable et bas-carbone
- la vision prospective sur les biocarburants d'aviation durable qui implique des consommations d'H2 au sein des raffineries

Ces chiffres ont été retraités afin d'éviter un double comptage de l'H2 affecté à la production de biocarburant d'aviation durable (par exemple, l'H2 nécessaire à la production de bio-CAD à Grandpuits aurait sinon été également compté dans la part d'H2 de la feuille de route de décarbonation du transport aérien nécessaire aux bio-CAD).

2. Données de référence

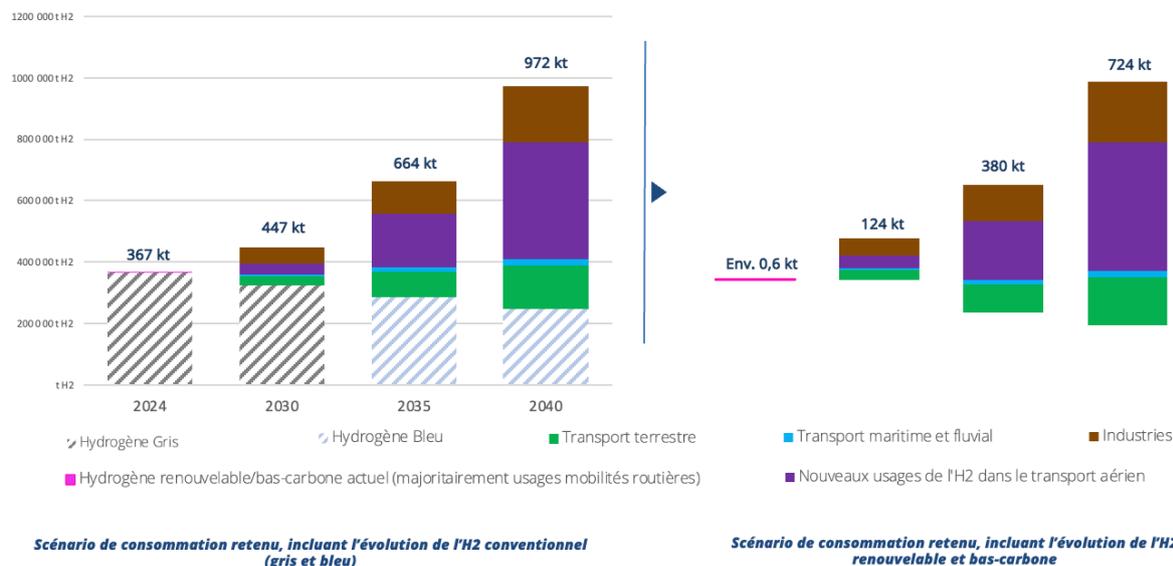
| Usages | | Volume | | | | Source |
|-------------------------------|------------------------------------|--|----------------------------|-----------|-----------------|---------------------------------|
| | | Unité | VdS | IdF | Normandie | |
| Transports terrestres | Poids-lourds (PL) | Nb. véhicules | 103 491 | 68 903 | 34 589 | SDES-RSVERO |
| | Bus et autocars | Nb. véhicules | 25 326 | 21 639 | 3 697 | SDES-RSVERO |
| | Véhicules Utilitaires Légers (VUL) | Nb. véhicules | 1 001 230 | 660 102 | 341 128 | SDES-RSVERO |
| | Véhicule Léger (VL) | Nb. véhicules | 7 453 940 | 5 427 198 | 2 026 742 | SDES-RSVERO |
| | Ferroviaire | Non étudié en l'absence de données | | | | |
| Transport maritime et fluvial | Navires captifs | Nb. navires | 834 | 0 | 834 | Douanes maritimes |
| | Navires de transit | - | - | - | - | - |
| | Bateaux (fluvial) | Nb. bateaux | Env. 600 | - | - | Rapport AviCaFe |
| | Engins de manutention portuaire | Nb. d'engins HAROPA | Non communicable | - | - | HAROPA |
| Transport aérien | Aviation | Mt de kérosène | 5,68³ Mt | 5,68 Mt | -. ⁴ | DGAC |
| Industries | Ammoniac | Nb. Site | 3 | 1 | 2 | Base ETS_Eurostat |
| | | Tonnes H2 /an | - | - | - | Entretiens producteurs ammoniac |
| | Raffineries | Nb. Sites actuels ⁵ | 2 | 0 | 2 | Base ETS_Eurostat |
| | | Tonnes H2 /an | - | - | - | - |
| | Industrie diffuse | Site production de verre | 8 sites | 3 | 5 | Base ETS_Eurostat |
| | | Site production de pulpe/papier/carton | 9 sites | 1 | 8 | |
| | | Site production de fer/acier | 3 sites | 3 | 0 | |
| | | Site production de chaux/ciment | 4 sites | 3 | 1 | |
| | | Site production de céramique | 2 sites | 1 | 1 | |
| Site métallurgie non ferreuse | 1 sites | 0 | 1 | | | |

³ Kérosène total distribué en France (pré-COVID) : 7,1 MT – Source Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) – part des 3 aéroports franciliens : 80% de la consommation nationale (source : entretien ADP)

⁴ La Normandie représente moins de 0,25% du nombre de passagers commerciaux à l'échelle nationale (source : Union des Aéroports Français - UAF), soit une consommation de kérosène estimée à environ 7 000 tonnes /an (calcul Seiya)

⁵ Hors Bioraffinerie de Grandpuits

Synthèse du scénario de consommation retenu



A 2030, la demande estimée en hydrogène renouvelable et bas carbone atteint environ 124kt. Cela représente un peu moins d'1GW d'électrolyse, 1/6 de la cible nationale définie dans la stratégie nationale hydrogène en cours de révision⁶. La demande est jusque-là principalement portée par **l'industrie, qui représenterait 42% de la demande d'H2** (environ 52 kt.) et plus particulièrement la pétrochimie (43 kt : mise en place de la raffinerie de Grandpuits, alimentation de la raffinerie de Normandie par le projet Normand'hy, autres besoins en H2 pour la production de bio-carburants d'aviation durable) et dans une moindre mesure l'ammoniac (7,3 kt Yara) et les industries diffuses (1,2 kt). **Le transport aérien** constituerait le deuxième poste de demande avec environ **30% de la demande d'H2** (env. 37kt) principalement pour la production d'e-carburants d'aviations durables. **L'hydrogène pour la décarbonation du transport terrestre** (incluant les usages aéroportuaires et portuaires au sol) constituerait le troisième poste de demande et représenterait **environ 23% du besoin en H2 soit 29kt**, en particulier pour la mobilité légère (VUL et VP) qui constituerait environ 63% de cette demande, en raison d'une offre plus rapidement disponible que celle pour les poids lourds, suivi des besoins pour la décarbonation des usages au sol dans les aéroports et ports (20% soit 5,7kt) et enfin de la mobilité lourde (PL, Bus et Car) – 17% soit 4,8 kt - contrainte notamment par la disponibilité des véhicules ; par ailleurs la part de bus et car H2 dans le parc dépend fortement des choix des services de transport régionaux. Enfin, les besoins pour **le fluvial et le maritime seraient modestes** en comparaison des autres segments d'usage, **avec environ 5,5 kt d'H2** principalement pour le maritime (moins d'une demi-tonne pour le fluvial). Concernant **le volume d'H2 fossile, celui-ci diminuerait d'environ 12%**, en raison d'une substitution partielle avec de l'H2 renouvelable et bas carbone (Yara, Raffinerie de Normandie) et d'une baisse de la consommation d'H2 fossile des raffineries de 2%/an, au regard de la diminution de la demande en carburant pour le transport routier.

Une décennie plus tard, à horizon 2040, le potentiel de consommation d'H2 renouvelable et bas carbone serait multiplié par près de 6, jusqu'à 724 kt. Ceci représenterait environ 5GW d'électrolyse,

⁶ Aujourd'hui, la consommation d'H2 fossile en Vallée de Seine représente plus d'un tiers de la consommation nationale. L'écart entre cette part nationale d'H2 fossile aujourd'hui (1/3) et celle dans la production d'H2 renouvelable à 2030 (1/6) s'explique par : 1) le maintien d'un niveau important d'hydrogène gris/bleu chez les consommateurs actuels en Vallée de Seine et 2) par le fait que l'H2 renouvelable et bas carbone adresserait principalement de nouveaux usages hors industrie en 2030.

soit 50% de la cible nationale à horizon 2035 (10GW). **Les besoins pour le transport aérien seraient multipliés par 10 en 10 ans et représenteraient alors 45% de la demande (382 kt), très majoritairement en e-carburants (368 kt).** L'H2 direct, sous forme gazeuse ou liquide, ne représenterait que 13,7kt de besoin⁷. **La demande pour le transport terrestre serait multipliée par près de 5 entre 2030 et 2040 et représenterait environ 20% du besoin en hydrogène à 2040 (141kt).** Sous l'effet du déploiement d'une offre de poids lourds H2, le besoin pour ce segment s'élèverait à 50 kt, soit un peu moins du tiers du besoin pour le transport terrestre. La demande vis-à-vis des engins portuaires et aéroportuaires poursuivra sa croissance pour tendre vers 24kt de besoin. Les véhicules légers représenteraient quant à eux 57% des volumes dédiés au transport terrestre (81 kt). La demande pour les bus et autocar croît sur la période en Normandie et reste stable en Île-de-France : elle passerait de 0,2kt en 2030 à 1,7kt en 2040. **A cette échéance, la part relative des besoins d'H2 pour l'industrie baisserait significativement (25% - 181kt) malgré une hausse importante des besoins** des raffineries notamment pour la production de bio-carburants d'aviation durables. **Les usages maritimes et fluviaux se développeraient** (13kt pour les e-carburant maritimes, 6kt pour le fluvial) **mais ces besoins demeureraient marginaux** en comparaison des autres grands secteurs et en particulier de l'aérien et du transport routier. Concernant la consommation d'H2 fossile, la diminution se poursuivrait sur la période 2030-40 pour le segment des raffineries exclusivement, avec la substitution progressive par de l'H2 renouvelable et bas-carbone pour la raffinerie de Normandie à la suite de l'appel d'offre de TotalEnergies et l'accélération de la baisse de consommation de carburant à la suite de l'interdiction de la commercialisation de véhicules thermiques en 2035. L'H2 fossile restant passerait de « gris » à « bleu » grâce et dans l'hypothèse de la mise en place des projets de capture et stockage de CO2 (CCS) sur l'ensemble des vaporeformeurs de méthane (steam methane reformer - SMR) restants entre 2030 et 2035.

| Usages | | Conso H2 2030 | Conso H2 2035 | Conso H2 2040 |
|--|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Transports terrestres | Poids-lourds (PL) | 4 642 tH2 | 22 368 tH2 | 49 767 tH2 |
| | Bus et autocars | 224 tH2 | 1 039 tH2 | 1 728 tH2 |
| | Véhicules Utilitaires Légers (VUL) | 16 498 tH2 | 45 085 tH2 | 68 323 tH2 |
| | Véhicule Léger (VL) | 2 026 tH2 | 6 908 tH2 | 10 946 tH2 |
| | Engins aéroportuaires | 5 500 tH2 | 7 774 tH2 | 10 000 tH2 |
| | Engins manutention portuaire | 232 tH2 | 368 tH2 | 481 tH2 |
| Transport maritime et fluvial | H2 direct pour navires captifs | 73 tH2 | 250 tH2 | 820 tH2 |
| | E-carburants pour navires en transit | 5 000 tH2 | 10 000 tH2 | 13 000 tH2 |
| | Bateaux (fluvial) | 455 tH2 | 4 545 tH2 | 6 061 tH2 |
| Nouveaux usages de l'H2 pour le transport aérien | H2 direct | 2 738 tH2 | 10 950 tH2 | 13 688 tH2 |
| | Autres e-CAD | 34 890 tH2 | 162 147 tH2 | 368 539 tH2 |
| Industries | Ammoniac | 7 300 tH2 | 7 300 tH2 | 7 300 tH2 |

⁷ Le recours à l'H2 direct se développerait au-delà de la période étudiée et serait multipliée par près de 20 à horizon 2050

| | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Raffineries⁸ | 43 400 tH2 | 96 650 tH2 | 166 100 tH2 |
| | Industrie diffuse | 1 180 tH2 | 4 513 tH2 | 7 845 tH2 |
| | Totaux | 124 158 tH2 | 379 897 tH2 | 724 599 tH2 |

Tableau de synthèse du potentiel de consommation d'H2 renouvelable et bas carbone par segment d'usage

Annexes

1. Bibliographie

Principales études ou articles utilisés

- Transition(s) 2050 Choisir maintenant agir pour le climat, ADEME, novembre 2021
- Panorama des solutions hydrogène, France hydrogène, Janvier 2024
- Projection de la demande de transport sur le long terme pour la SNBC 2, octobre 2021
- Répertoire Statistiques des Véhicules Routiers (RSVERO)
- Service des Données et Études Statistiques (SDES)
- Bilan annuel des transports en 2019 : bilan de la circulation, Ministère de la transition écologique, Novembre 2020
- Schéma Régional du Climat de l'Air et de l'Energie (SRCAE), Ile de France, 2012
- Feuille de route de décarbonation de l'aérien, mars 2023
- Électro-carburants en 2050, ADEME, octobre 2023
- Feuille de route de décarbonation de la filière maritime, janvier 2023
- Etude AVICAFE et FLUENT, VNF et IFPEN, mai 2023
- Base de données ETS (Émission Trade System)
- Avis d'experts « Impact climatique de l'hydrogène bleu », ADEME, mai 2022

⁸ Dont désulfuration des carburants conventionnels et bio-carburants