



La décarbonation du transport routier de marchandises





La décarbonation du transport routier de marchandises

Les auteurs



Servan Lacire

Conseiller technique
auprès d'Équilibre des
Énergies



Jean-Pierre Hauet

Président du Comité
scientifique d'Équilibre
des Énergies



Olivier Lagrange

Responsable des
affaires législatives et
réglementaires France
d'Équilibre des Énergies

Avec le concours bénévole de **Dominique Auverlot**,
ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts, membre permanent
de l'Inspection générale de l'Environnement et du Développement durable



Étude réalisée avec le
soutien du fonds de dotation
Supply Chain 4Good

Remerciements

Ont contribué au recueil d'informations et aux discussions :

Autoroutes et Tunnel du Mont-Blanc (ATMB)
Avere-France
Caisse des Dépôts
EDF
Enedis
EQUANS
Fédération nationale des transporteurs
routiers (FNTR)
Fraikin
France Hydrogène
La Poste
Man Trucks and Bus France

Milence
Neot Capital
Organisation des transporteurs routiers
européens (OTRE)
Renault Trucks
RTE
Scania France
TotalEnergies
Transport & Environnement France (T&E)
Trucks Solutions
Vinci Autoroutes
Voltix

Toutefois, les conclusions de l'étude n'engagent que ses auteurs.

ÉDITO

Baisser nos émissions de gaz à effet de serre, réduire notre dépendance aux pays tiers : la sortie des énergies fossiles est pour Équilibre des Énergies l'objectif principal de la transition énergétique. L'électrification des usages est la solution la plus efficace pour y parvenir et notre excédent record de production d'électricité ne demande qu'à être mobilisé pour se substituer aux énergies fossiles.

Les transports lourds de marchandises constituent l'un des secteurs dans lesquels l'électricité peut rapidement progresser en capitalisant sur l'expérience des voitures électriques et sur la baisse probable du coût des batteries et des camions électriques. L'Union européenne joue un rôle moteur dans cette transition avec un règlement qui prévoit que, dès 2030, environ 35 % des poids lourds neufs mis sur le marché soient « zéro émission », c'est-à-dire électriques à batteries ou à hydrogène.

En 2025, les immatriculations de camions électriques ont augmenté en France de 33 %, les constructeurs ont à leur catalogue une offre diversifiée et les retours d'expérience sont positifs. Des stations de recharge ultra-rapides vont se mettre en place et compléteront la recharge en dépôt qui demeurera primordiale.

Même si le contexte semble ainsi favorable, il ne faut pas sous-estimer l'ampleur du changement qu'implique la transition vers l'électrique pour tous les acteurs de la chaîne de valeur : constructeurs menacés par la concurrence chinoise, fournisseurs d'énergie, gestionnaires d'infrastructures, donneurs d'ordre, et bien sûr transporteurs et chauffeurs routiers.

Le défi est essentiellement économique pour une profession dans laquelle les marges sont faibles. La priorité est de consolider la phase de décollage amorcée en 2025 par une politique de soutien sur plusieurs années, à même de rassurer ceux qui investissent et prennent un risque. Sans équation économique équilibrée, il n'y aura pas de transition vers l'électrique.



© Sébastien Laval

Dominique Bussereau

Ancien ministre,
président d'Équilibre des Énergies

Pour permettre aux poids lourds électriques d'atteindre rapidement le seuil de compétitivité dans davantage de cas d'usage, il faut dans les prochaines années conforter les aides à l'acquisition, notamment pour les petites structures, aider au déploiement des infrastructures de recharge et veiller à la préservation de la souveraineté européenne.

La transition électrique ne se fera cependant pas du jour au lendemain et il y a urgence à décarboner l'économie. Les solutions de carburants alternatifs, biogaz ou biocarburants, ne sont pas à négliger et constituent des solutions de transition pertinentes. Il convient que leur développement ne détourne pas l'usage de certaines ressources en biomasse que l'on sait limitées vers des usages pour lesquels des solutions électriques existent alors qu'elles sont inaccessibles à des secteurs comme l'aérien et le maritime. Certaines filières peuvent servir de précurseurs des filières industrielles des nouveaux carburants durables, à condition qu'à terme un basculement se fasse entre les débouchés routiers et aériens. Il faudra y veiller.

SOMMAIRE

Résumé	9
Contexte général.....	9
Cinq critères d'analyse.....	10
Les horizons visés et les hypothèses clés.....	10
Trois familles de cas d'usage.....	11
Les conclusions.....	12
1 Introduction	17
2 Contexte général du transport de marchandises	21
Structure et évolution du transport de marchandises.....	22
Les entreprises de transport et les métiers.....	22
Le parc de poids lourds en France.....	23
Les émissions de gaz à effet de serre et l'environnement international.....	25
3 Comment décarboner les véhicules ?.....	33
Les poids lourds électriques.....	34
Les <i>Electric Road Systems</i> (ERS).....	39
L'hydrogène.....	41
Les biocarburants et les e-carburants.....	42
4 Les infrastructures.....	45
Où fait-on le plein ?.....	46
Les infrastructures et les carburants.....	47
5 Les aspects économiques et les critères de décision	53
La pression des chargeurs et de l'environnement urbain.....	54
Les contraintes sur l'exploitation et l'acceptabilité.....	55
Les coûts totaux de possession (TCO).....	55
6 Cas d'usage	57
Hypothèses principales retenues dans l'étude.....	58
TCO dans le cas d'usage 1 : transport local	66
TCO dans le cas d'usage 2 : transport régional.....	67
TCO dans le cas d'usage 3 : transport longue distance	67
Tests de sensibilité.....	68
7 Conclusions	71
8 Recommandations.....	77
Les mesures de politique générale.....	78
Les mesures économiques à destination des transporteurs pour favoriser le déploiement des poids lourds électriques.....	79
Faciliter le déploiement des infrastructures de recharge pour l'itinérance.....	81

RÉSUMÉ

➤ Contexte général

Assurant plus de 86 % de l'ensemble du transport de marchandises en France (2023), le transport routier a été responsable en 2024 comme en 1990 de l'émission de 26,6 Mt de CO₂. Les efforts entrepris pour développer le transfert modal vers le fluvial et le ferroviaire, l'amélioration de l'efficacité des circuits logistiques et des performances des poids lourds ont permis de réduire les émissions des poids lourds de 8,9 % en 10 ans, de 2014 à 2024. Ces efforts doivent être poursuivis mais les poids lourds roulant au gazole demeurent très majoritaires et représentaient, au 1^{er} janvier 2025, 96,9 % des véhicules utilitaires lourds de transport de marchandises en circulation¹.

Il se pose donc un problème majeur de conversion du parc de poids lourds vers des véhicules à zéro ou très faibles émissions, si l'on entend atteindre les objectifs visés par la France en matière de décarbonation. Dans un premier temps, la migration vers le gaz naturel (GNV), puis vers le biogaz (BioGNV), a été engagée par les transporteurs routiers, avant de subir un coup de frein lié notamment à la guerre en Ukraine. Aujourd'hui, ces véhicules représentent environ 2 % du parc en circulation. Le développement des biogazoles mérite également attention, compte tenu notamment de l'intérêt qui leur est porté, en parallèle, pour la décarbonation des secteurs aérien ou maritime. Le parc roulant au B100² ou à l'HVO100³ représente aujourd'hui 1 % du parc total en circulation. L'hydrogène a également été envisagé⁴ avant d'accuser un retard de développement important. La solution électrique par batteries monte en

puissance, du fait notamment de la baisse des prix des batteries et des effets induits par la conversion à l'électricité des véhicules électriques légers, et s'impose de plus en plus comme solution de référence. Sans oublier les solutions de route électrique (ERS), en cours d'expérimentation et qui peuvent constituer, à horizon 2030/2035, une alternative pertinente pour les trajets longue distance.

Le règlement européen 2024/1610 du 14 mai 2024 a fixé un calendrier de réduction des émissions de CO₂ des véhicules utilitaires lourds neufs immatriculés dans l'Union européenne⁵ : 45 % de réduction des émissions à partir de 2030 (l'objectif était auparavant de 30 %), 65 % à partir de 2035 et 90 % à partir de 2040. L'amélioration des performances des véhicules à moteur thermique contribuera à leur atteinte mais l'objectif de la Commission européenne est aujourd'hui clairement de stimuler, par ce règlement, l'émergence d'une offre de poids lourds à zéro émission : poids lourds électriques à batteries ou poids lourds à hydrogène. On estime que, pour passer atteindre l'objectif 2030, il faudra qu'à cette date, au moins 35 % des poids lourds nouvellement immatriculés soient zéro émission. Au regard des quelque 2 % que représentent les immatriculations de poids électriques neufs en 2025⁶, la marche est haute. Certains doutent de la possibilité de la franchir mais le dernier salon Solutrans, tenu à Lyon en novembre 2025, a clairement montré que le panorama évolue : de nombreux modèles de poids lourds électriques, porteurs ou tracteurs, y étaient présentés, avec des autonomies réelles allant jusqu'à 500 km et avec la perspective proche

1. Source : SDES.

2. Le B100 est un carburant composé d'esters méthyliques d'acides gras obtenus à partir d'huiles végétales extraites de plantes oléagineuses comme le colza ou le tournesol. Il nécessite une adaptation des moteurs et n'est livré qu'aux entreprises possédant leur propre logistique d'approvisionnement.

3. Le carburant HVO100 est un biocarburant d'origine 100 % renouvelable. Il est fabriqué par hydrogénation d'huiles végétales, résiduelles ou de déchets conformes aux exigences de durabilité européennes. Il peut être utilisé sans transformation dans les moteurs.

4. Voir notamment l'étude d'Équilibre des Énergies « L'hydrogène dans le transport routier de marchandises » (octobre 2021).

5. Ces objectifs intègrent les transports lourds de marchandises mais aussi les autobus et les autocars.

6. Poids lourds de plus de 7,7 t. Source : SCIAM (2026).

(2026/2027) d'atteindre les 600 km. Dans le même temps, les équipements de recharge au standard MCS (*Megawatt Charging System*) arrivent sur le marché. Les toutes premières stations de recharge apparaîtront en France en 2026-2027 et permettront aux poids lourds électriques de recharger leurs batteries durant la pause réglementaire de 45 minutes.

➤ Cinq critères d'analyse

Le secteur des transports lourds de marchandises entre ainsi dans une période d'évolution structurelle majeure. Dans ce contexte, Équilibre des Énergies a souhaité dresser un bilan précis de la situation et s'est efforcé de faire le point de la décarbonation des poids lourds sous cinq aspects, complémentaires mais indissociables :

- 1. l'existence d'une offre technique de poids lourds zéro émission aux performances validées ;**
- 2. l'existence d'infrastructures de recharge de nature à soutenir l'adoption de véhicules utilitaires lourds à zéro émission ;**
- 3. l'incidence éventuelle des solutions à zéro émission sur les conditions de travail et d'exploitation dans les entreprises ;**
- 4. la faisabilité économique de la transition vers le zéro émission, étant rappelé que le secteur des transports de marchandises est éclaté entre environ 40 000 entreprises dont 73 % ne possèdent que de 1 à 4 véhicules ;**
- 5. la capacité financière des entreprises à réaliser les investissements nécessaires.**

Les bilans en CO₂ n'ont pas été repris dans la présente étude. De nombreux travaux leur sont consacrés, avec des résultats souvent dispersés. Il est simplement rappelé que le règlement 2024/1610 ne s'intéresse qu'aux émissions à l'échappement et donc donne la priorité absolue aux véhicules zéro émission, électriques ou hydrogène. Cependant les solutions biogaz (BioGNV) ou biocarburants (B100 ou HVO100) conservent leur intérêt du point de vue de la décarbonation globale et de l'atteinte des objectifs intermédiaires du *Fit for 55*.

➤ Les horizons visés et les hypothèses clés

Partant de la situation en 2025, l'étude s'est projetée à différents horizons : 2030, 2035 et 2040. Des hypothèses ont été faites, sur le prix des énergies et sur la fiscalité, sur les véhicules, sur les équipements, sur les aides publiques.

Sur le prix des énergies, il n'a pas été supposé que les prix hors taxe des molécules ou de l'électron livrés au consommateur évolueraient par rapport à 2025. Même si l'on peut penser que le prix des énergies fossiles ira en croissant, les vicissitudes observées dans le passé conduisent à penser que les évolutions peuvent se faire, hors périodes de crise, dans un sens comme dans l'autre.

L'essentiel des hypothèses porte sur la fiscalité et contributions assimilables. Il a été supposé que la fiscalité sur les biocarburants serait uniformisée au plus tard en 2030, conformément à la loi climat et résilience. Des hypothèses ont été faites sur l'impact de la transformation de la TIRUERT⁷ en IRICC⁸ au 1^{er} janvier 2027 et sur l'entrée en application possible du système de quotas européens EU-ETS2 dans le domaine des transports à compter du 1^{er} janvier 2028. Sur tous ces points, les hypothèses faites sont prudentes, compte tenu du caractère sensible du domaine concerné. En particulier, s'agissant de l'EU-ETS2, non encore transposé en droit français, compte tenu de l'intention affichée par la Commission européenne de ménager une entrée en vigueur progressive et de la possibilité d'en compenser l'impact par la modulation de la fiscalité nationale, il a été supposé que son impact net équivaldrait en 2030 à une charge additionnelle de 30 €/t de CO₂, soit 8 c€/litre de gazole.

Le système des certificats d'économie d'énergie a été supposé reconduit, avec un impact sur le prix des carburants croissant jusqu'en 2030 mais stable au-delà.

La question du prix des véhicules est centrale. Les poids lourds électriques représentent un investissement conséquent à l'achat : de l'ordre de 2,5 à 3 fois le prix d'un poids lourd gazole. Ce surcoût, aujourd'hui fortement atténué par l'aide publique, s'explique en premier lieu par le prix des batteries qui, quoique tirant parti du développement des

7. TIRUERT : Taxe incitative relative à l'utilisation de l'énergie renouvelable dans les transports.

8. IRICC : Mécanisme incitant à la réduction de l'intensité carbone des carburants.

	2025	2030	2035	2040
Évolution du prix des batteries pour poids lourds	280 €/kWh	175 €/kWh	120 €/kWh	100 €/kWh

Hypothèses d'évolution du prix des batteries pour poids lourds (en euros par kWh de capacité brute).

Poids lourd de type tracteur	2025	2030	2035	2040
Coût moyen du poids lourd gazole	114 à 120 000 €	120 à 126 000 €	120 à 126 000 €	120 à 126 000 €
Coût moyen du poids lourd électrique, hors batteries, hors options de confort	150 000 €	136 700 €	110 000 €	110 000 €
Coût des batteries	149 500 €	93 400 €	64 100 €	53 400 €
Prix de revient net du poids lourd électrique, avec batteries et après aides*	238 000 €	168 700 €	143 400 €	163 400 €

* Les options de confort sont prises en compte dans les calculs de TCO du chapitre 6 à hauteur de 20 000 €.

Hypothèses d'évolution du prix d'un poids lourd électrique de type tracteur hors options de confort, doté d'une batterie de capacité brute de 534 kWh. Les remises sur le prix catalogues étaient en 2025 plus importantes pour les poids lourds gazole que pour les poids lourds électriques.

véhicules électriques particuliers, reste très élevé. Cependant, les constructeurs chinois, aussi bien de batteries que de véhicules, font état, dès 2025, de prix très inférieurs. L'hypothèse a été faite que les prix européens, français en particulier, rejoindraient progressivement ces niveaux de prix selon la trajectoire des tableaux ci-dessus.

Il est possible, compte tenu de la concurrence internationale, que ces évolutions soient plus rapides. Des calculs de sensibilité ont été faits en ce sens. L'enjeu industriel en est important.

Quant aux aides publiques (certificats d'économie d'énergie et déductions fiscales), il a été supposé qu'elles seraient maintenues au moins jusqu'en 2030 mais seraient réduites ensuite, au fur et à mesure de la diminution des coûts d'investissement dans les poids lourds électriques. Elles sont supposées disparaître complètement au-delà de 2035.

➤ Trois familles de cas d'usage

Les cas d'usage dans le domaine des transports sont extrêmement variés et chaque cas doit être analysé de façon spécifique. Il est cependant apparu possible de distinguer dans l'étude trois cas d'usages types :

- **les transports urbains**, représentés par une entreprise familiale disposant de quatre camions porteurs de 16 t, parcourant chacun 35 000 km/an soit, en moyenne 160 km/jour. Les poids lourds rentrent tous les soirs au dépôt où des stations de recharge ont été installées ;
- **les transports régionaux**, illustrés par une entreprise familiale également, possédant quatre camions porteurs de 19 t, parcourant 66 000 km/an soit 300 km/j. L'autonomie des poids lourds leur permet de rentrer au dépôt tous les soirs ;
- **les transports longue distance**, illustrés par une entreprise possédant a minima quelques dizaines de poids lourds tracteurs de 44 t, parcourant chacun 110 000 km/an soit en moyenne 500 km/jour. L'entreprise possède un ou plusieurs dépôts où rentrent chaque soir une vingtaine de poids lourds. Les dépôts sont équipés de stations de 50 kW mais aussi d'un minimum de stations de 150 kW. Cependant, compte tenu de la distance,

les camions sont amenés à se recharger en itinérance, le long des grands axes, dans une proportion variable, supposée dans l'étude être en moyenne de 25 %. Ce pourcentage constitue un facteur de sensibilité important dans les résultats.

➤ Les conclusions

Disponibilité des véhicules et des équipements

Un élément nouveau et essentiel réside dans l'apparition, en Europe et en France, d'une offre de poids lourds électriques couvrant une gamme de besoins à présent très large. Cette mise sur le marché pouvait être anticipée compte tenu de l'évolution constatée au cours des dernières années en Chine et aux États-Unis, même si ces derniers sont à présent en retard par rapport à l'Europe. Elle est maintenant une réalité, tirant parti des progrès réalisés dans le domaine des véhicules particuliers et des batteries qui les équipent. Les progrès techniques – généralisation de l'essieu électrique, baisse du coût des batteries et amélioration de leurs performances – vont se poursuivre et les annonces récentes faites par les constructeurs chinois méritent la plus grande attention. Ce sont des facteurs qui viennent renforcer la confiance que l'on peut porter à l'avenir de la filière des poids lourds électriques.

A contrario, s'agissant des poids lourds à hydrogène (piles à combustible ou moteurs thermiques), il n'a pas été noté de progrès significatifs, l'offre est toujours balbutiante et le prix de l'hydrogène reste très élevé.

Disponibilité des infrastructures

La question des infrastructures électriques de recharge est très importante. Le CCS⁹, permettant de délivrer une puissance allant jusqu'à 350 kW, est devenu le standard de base pour les véhicules particuliers mais intéresse également les poids lourds. Le MCS est le standard qui permettra aux poids lourds de recharger, lorsque nécessaire, à une puissance de 800 kW ou plus, pendant leur pause obligatoire de 45 minutes après 4 h 30 de conduite.

Le problème est celui du déploiement des infrastructures. L'étude souligne clairement que, tant pour des raisons opérationnelles qu'économiques, la plupart des recharges de poids lourds devront se faire au dépôt des entreprises et si possible la nuit. Mais les

entreprises ne sont pas aujourd'hui équipées et elles hésitent à le faire. Il faut donc continuer à les y inciter et à les y aider, comme le fait aujourd'hui le programme Advenir. Les chargeurs (ou donneurs d'ordre), les plates-formes logistiques, les ports, ont également un rôle à jouer en permettant aux camions de recharger pendant les opérations de prise en charge des marchandises.

La recharge le long des grands axes est un complément qui sera indispensable aux transports longue distance. Le règlement européen AFIR définit un cadre d'obligations auquel doivent répondre les États. Mais il doit être décliné en stratégie d'implémentation. Ceci implique que soient traités les problèmes fonciers, compte tenu de l'espace nécessaire au déploiement des poids lourds. Il faut certainement faire appel aux disponibilités qui peuvent exister sur les aires de repos, sur les aires de service ou dans les parkings sécurisés. La création d'aires de recharge publiques à proximité des sorties d'autoroute et des centres logistiques constituera également une solution complémentaire de recharge pour certains usages.

Les conditions d'exploitation

Les problèmes opérationnels ne sont pas apparus au cours de l'étude comme critiques, si les infrastructures nécessaires sont en place. Les retours d'expérience de la part des chauffeurs ayant déjà adopté l'électrique sont positifs et, la question de l'autonomie, régulièrement évoquée dans le cas des voitures particulières, peut plus difficilement être invoquée dans le cas des poids lourds comme un obstacle à l'électrification, compte tenu de la réglementation à satisfaire en matière de temps de conduite et de périodes de repos.

Aspects économiques et financiers

Les problèmes clés de la migration du transport de marchandises vers des solutions décarbonées sont la rentabilité économique et le financement des investissements.

Équilibre des Énergies a étudié avec beaucoup d'attention la question des TCO (coûts totaux de possession) en croisant ses estimations avec celles de nombreuses parties prenantes. Ces estimations ont été faites pour 2025 et des projections ont été faites pour 2030, 2035 et 2040.

9. CCS : Combined Charging System.

Transport local (en €/km)	2025	2030	2035	2040
Porteur 16 t trois packs batteries	1,07-1,11	0,91-0,94	0,86-0,88	0,93-0,93
Urbain gazole	0,85-1,00	0,93-1,05	0,98-1,11	1,03-1,16
Urbain GNV	0,96-1,09	1,11-1,22	1,13-1,25	1,13-1,25
Urbain HVO	0,92-1,07	0,97-1,10	0,99-1,12	1,03-1,16
Urbain B100	0,80-0,93	0,97-1,09	0,99-1,12	1,03-1,16
Urbain hydrogène	2,22-2,25	1,98-1,98	1,58-1,58	1,58-1,58

Évolution du coût total de possession dans le cas des transports locaux (en €2025).

Transport régional (en €/km)	2025	2030	2035	2040
Porteur 19 t quatre packs batteries	0,82-0,83	0,69-0,70	0,64-0,65	0,68-0,68
Porteur gazole	0,73-0,85	0,79-0,92	0,84-0,97	0,90-1,03
Porteur GNV	0,79-0,92	0,88-1,02	0,90-1,05	0,90-1,05
Porteur HVO	0,76-0,90	0,80-0,93	0,82-0,95	0,86-0,99
Porteur B100	0,69-0,81	0,80-0,93	0,83-0,96	0,86-1,00
Porteur hydrogène	1,73-1,74	1,45-1,46	1,18-1,19	1,21-1,21

Évolution du coût total de possession dans le cas des transports régionaux (en €2025).

Transport longue distance (en €/km)	2025	2030	2035	2040
Tracteur 44 t six packs batteries	0,82-0,83	0,71-0,71	0,67-0,67	0,70-0,70
Tracteur gazole	0,78-0,79	0,84-0,85	0,89-0,90	0,95-0,96
Tracteur GNV	0,87-0,88	0,95-0,96	0,98-0,99	0,98-0,99
Tracteur HVO	0,86-0,87	0,89-0,90	0,90-0,91	0,94-0,95
Tracteur B100	0,78-0,79	0,89-0,90	0,90-0,91	0,94-0,95
Tracteur hydrogène	1,54-1,54	1,30-1,30	1,07-1,07	1,08-1,08

Évolution du coût total de possession dans le cas des transports longue distance (en €2025).

Les tableaux ci-dessus résument, en €2025, les conclusions auxquelles l'étude est parvenue.

On ne voit pas aujourd'hui, contrairement à la vision que l'on pouvait avoir il y a encore trois ans, de perspectives de décollage des solutions hydrogène qui s'inscrivent trop fortement en dehors de l'épure économique. Des marchés de niche sont probablement à rechercher là où les solutions électriques ne sont pas accessibles, mais le marché du transport de masse est aujourd'hui hors de portée de l'hydrogène.

On peut par contre se montrer confiant dans le futur du poids lourd électrique, compte tenu des perspectives de progrès technique et économique sur les batteries et les camions. En 2025, la compétitivité ne pouvait pas être revendiquée comme à coup sûr atteinte. Mais L'étude montre clairement que d'ici 2030 la solution électrique pourra s'imposer, même si, progressivement, les aides publiques viennent à être réduites.



L'étude montre que ce déploiement peut s'imposer sur les trois cas d'usage étudiés d'ici à 2030, mais pour des raisons différentes :

- en urbain, le véhicule électrique bénéficie de la récupération d'énergie au freinage, du faible coût de l'électricité au dépôt et d'un coût de batteries limité compte tenu des distances parcourues. Cependant, la consommation des poids lourds gazole a également fait des progrès alors qu'en 2025, la charge d'amortissement pénalisait encore le prix de revient du poids lourd électrique puisque l'investissement doit être amorti sur un kilométrage annuel assez faible ;
- en régional, le véhicule électrique bénéficie du dimensionnement bien adapté des batteries, et de la possibilité de se recharger la nuit au dépôt, voire en milieu de journée sur une plate-forme logistique. Dans des cas assez fréquents, la compétitivité du véhicule électrique par rapport au gazole était atteinte dès 2025 ;
- en longue distance, l'équation économique est plus difficile à équilibrer compte tenu du prix de la recharge sur autoroute (0,40 €/kWh en 2025). Mais le poids lourd électrique devrait bénéficier

sur ce segment du renchérissement progressif des coûts du diesel liés aux normes Euro7 et de la mise en place de l'ETS2. La pratique d'un péage réduit sur les autoroutes permettrait de gagner plusieurs années sur le déploiement des tracteurs électriques. Des formules commerciales attractives de fourniture d'électricité permettraient éventuellement de coupler la recharge en dépôt à la recharge en itinérance.

Ces perspectives ne conduisent pas à mettre en cause les objectifs de décarbonation des poids lourds neufs fixés par le règlement 2024/1610.

L'atteinte du premier objectif fixé pour 2030 est difficile, compte tenu du laps de temps très court qui subsiste. Des mesures de flexibilité peuvent s'avérer nécessaires mais il n'y a pas lieu aujourd'hui de reconsidérer la trajectoire fixée par le règlement.

Le problème est celui du décollage qu'il ne faut pas compromettre.

L'offre de véhicules est là mais elle reste chère et un poids lourd électrique coûte, avant aides de l'État, pas loin de trois fois le prix d'un poids lourd au gazole. L'État a mis en place des aides significatives. Ce soutien permettait aux coûts de possession des poids lourds électriques d'être

équivalents et même légèrement plus attractifs que ceux des camions au gazole, dès 2025, dans le cas des transports régionaux.

Du point de vue des politiques publiques, il faut continuer à ouvrir la voie à la massification du poids lourd électrique. Pour cela, il faut consolider, au moins jusqu'en 2030, les aides publiques et les renforcer sous certains aspects, notamment en ce qui concerne l'aide aux infrastructures, en dépôt comme le long des grands axes.

Il faut également adapter la fiscalité, ou ses équivalents, portant sur les solutions gazole. Équilibre des Énergies est consciente du caractère sensible de la question et plaide pour une mise en œuvre progressive des dispositifs actuellement sur la table des discussions : mise en œuvre de l'EU-ETS2, IRICC, renormalisation de la fiscalité sur les biocarburants, sixième période des certificats d'économie d'énergie. Équilibre des Énergies invite les pouvoirs publics à opérer par paliers successifs, calibrés à des niveaux acceptables, afin d'éviter des situations de blocage dont il est difficile de s'extraire, comme ce fut le cas pour la taxe carbone en 2019.

Admettant que le surcoût d'acquisition des poids lourds électriques puisse être compensé, tant qu'il sera nécessaire, par des mécanismes appropriés, **il reste le problème du financement par les petites entreprises.** Des mécanismes de garantie pourraient être mis en place, sur la base de financements issus du Fonds social pour le climat, ainsi que l'article 7 du règlement 2023/955 en ouvre la possibilité.

La question du prix de l'électricité, ne doit pas être éludée. Elle relève essentiellement des rapports commerciaux entre fournisseurs et entreprises, mais la fiscalité et les actes dérivés (accise sur la recharge sur autoroute, allocation de certificats TIRUERT puis IRICC pour la recharge en dépôt privé) doivent être conçus de façon à contribuer à la compétitivité de l'électrique. De plus, **la modulation du prix des péages** autoroutiers, prévue par la directive Eurovignette pour les poids lourds zéro émission et déjà mise en œuvre en Allemagne et en Suisse, pourrait favoriser son développement.

Si le point de vue industriel ne constituait pas la finalité première de l'étude, **il convient néanmoins de garder à l'esprit le développement possible d'une offre de véhicules chinois** à des prix très bas qui pourrait mettre en péril une partie de l'appareil

industriel européen. La meilleure solution consiste probablement à accélérer le déploiement des poids lourds électriques européens pour amortir au plus vite les coûts fixes des usines de production et tenter de résister ensuite à la concurrence chinoise qui pourra cependant ouvrir des usines d'intégration en Europe. **La mise en place d'un contenu local européen minimal irait dans le bon sens** et pourrait accompagner la définition de flexibilités sur l'atteinte de l'objectif 2030, si celles-ci s'avéraient nécessaires.

Enfin, il ne faut pas oublier que **la route électrique fait aujourd'hui l'objet d'expérimentations.** Elle offre des perspectives qui permettraient d'éviter d'avoir à embarquer des tonnages importants de batteries sur les poids lourds longue distance. Elle ne pourra cependant se développer que si une solution technique commune existe à l'échelle européenne et si la question du financement initial est résolue.

Si le développement des poids lourds électriques doit constituer l'un des axes majeurs de la politique d'électrification de notre économie, il se fera, de toute façon, de manière progressive, alors qu'il y a urgence à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à relâcher la pression qui pèse sur notre souveraineté économique et stratégique liée à la dépendance aux hydrocarbures. Dans cette optique, **les biogazoles et le BioGNV ont leur place en tant qu'énergies de transition**, avec, à terme, la possibilité de servir de façon durable certains marchés pour lesquels la solution électrique resterait inadaptée. Cette place ne doit pas cependant pas entraver le déploiement des poids lourds électriques : la neutralité technologique doit conduire à baisser progressivement les aides qui leur sont accordées.

Il y a lieu de veiller à ce que leur développement ne détourne pas durablement l'usage de certaines ressources en biomasse que l'on sait limitées vers des usages pour lesquels des solutions électriques existent alors qu'elles sont inaccessibles à des secteurs comme l'aérien et le maritime. À cet égard, le cheminement industriel de l'HVO100 sera intéressant à suivre, et à encadrer si nécessaire : **précurseur de la filière industrielle des carburants durables pour l'aviation (SAF), il peut lui servir de tremplin** pour son démarrage, à condition qu'à terme un basculement se fasse entre les débouchés routiers et aériens.

1

INTRODUCTION

La décarbonation du transport de marchandises est un sujet d'actualité. Si des progrès très importants ont été enregistrés avec l'adoption des règlements successifs fixant des objectifs de réduction des émissions de CO₂ des véhicules lourds (normes Euro), cette activité reste en retard par rapport au transport individuel qui a entamé, de manière irréversible, sa mutation vers des mobilités décarbonées, même s'il reste encore beaucoup à faire.

Les acteurs de la filière des poids lourds sont conscients de l'importance de cette transition et ont identifié les solutions possibles pour une mutation vers des énergies moins carbonées : le gaz naturel pour véhicules (GNV) et le biogaz pour véhicules (BioGNV), les biogazoles (B100, HVO), l'hydrogène et les solutions électriques.

La complexité de cette transition vient notamment de la très grande diversité des cas d'usage du transport routier de marchandises (livraisons urbaines, transports internationaux longue distance, transports régionaux, marchandises réfrigérées,

marchandises lourdes, routage des colis de vente par correspondance, produits agricoles, etc.) et de la variété des solutions techniques possibles, pas encore totalement matures et parmi lesquelles il faut faire un choix dans un contexte économique et politique incertain.

Le règlement européen 2024/1610 du 14 mai 2024 a fixé un nouveau calendrier de réduction des émissions de CO₂ des véhicules utilitaires lourds neufs immatriculés dans l'Union européenne¹⁰ : 45 % de réduction des émissions à partir de 2030 (l'objectif était auparavant de 30 %), 65 % à partir de 2035 et 90 % à partir de 2040. L'amélioration des performances des véhicules à moteur thermique contribuera à leur atteinte mais l'objectif de la Commission européenne est aujourd'hui clairement de stimuler au travers de ce règlement l'émergence d'une offre de poids lourds à zéro émission : poids lourds électriques à batteries ou poids lourds à hydrogène. Le développement de ces solutions dépend des constructeurs, qui peuvent être amenés à acquitter de lourdes pénalités en cas d'émissions excédentaires¹¹, des pouvoirs publics et des aides qu'ils peuvent mettre



© AdobeStock

10. Ces objectifs fixés intègrent les transports lourds de marchandises mais aussi les autobus et les autocars.

11. Selon le règlement 2024/1610 : « S'il est constaté, qu'un constructeur a des émissions de CO₂ excédentaires pour une période donnée de communication des rapports à partir de 2025, la Commission européenne lui impose le paiement d'une prime sur les émissions excédentaires de CO₂, calculée selon la formule suivante : (prime sur les émissions excédentaires de CO₂) = (émissions excédentaires de CO₂ x 4250 € par gCO₂/tkm) ».

en place, des gestionnaires de réseau et d'autres agents économiques tels que les chargeurs, mais, in fine et surtout, des transporteurs eux-mêmes, qui resteront nécessairement guidés dans leur choix et leur calendrier de décision, par leurs propres intérêts.

« Pour atteindre la cible de réduction de 45 % des émissions de CO₂ en 2030, il faudra produire 400 000 camions à zéro émission. Or l'Europe n'est pas prête. La vente de camions électriques représente 1 % des ventes neuves et leurs prix sont toujours prohibitifs. Nous devons encore accompagner les constructeurs grâce à des mesures protectionnistes et de soutien à l'achat » déclarait en avril 2024 Karima Delli, alors députée européenne et présidente de la Commission Transports et Tourisme du Parlement européen.

Il est à noter que l'émergence des poids lourds zéro émission contribue au respect des objectifs généraux de réduction des émissions de gaz à effet de serre fixés par la loi Climat européenne et le programme *Fit for 55*. À cet effort de réduction globale des émissions concourent également le développement des véhicules à biocarburants et à biogaz (BioGNV) alors que ceux-ci ne participent que marginalement à l'atteinte des objectifs du règlement 2024/1610 puisque ceux-ci visent les émissions à l'échappement (*tailpipe*) des véhicules. Ces solutions sont cependant analysées dans le présent rapport.

Équilibre des Énergies a produit les années passées plusieurs études sur le transport routier de marchandises :

- une étude sur l'hydrogène (2021) qui a mis en évidence des coûts élevés de production et de distribution de l'hydrogène pour le transport routier et des contraintes d'exploitation l'amenant à conclure que le créneau possible pour l'hydrogène était limité à des cas spécifiques et au transport sur longue distance ;
- une étude sur les *Electric Road Systems* (2023) concluant à la possibilité qu'émergent à horizon d'une dizaine d'années, des systèmes permettant la recharge des véhicules de transport en roulant. Depuis lors, des tests ont été entrepris en France par Vinci Autoroutes d'une part, Alstom et ATMB (Autoroutes et Tunnel du Mont Blanc) d'autre part. Leurs résultats sont attendus avec intérêt.

Cette nouvelle étude a pour objet d'évaluer les différentes solutions et leurs évolutions possibles d'ici 2040, afin de dégager celles qui permettront de respecter les objectifs de décarbonation imposés par

la législation européenne. Elle vise à en apprécier le niveau de maturité et l'impact économique qu'elles peuvent avoir sur les sociétés de transport. In fine, des recommandations sont faites, auprès des pouvoirs publics notamment, afin que la mutation vers le transport zéro émission puisse se faire de façon acceptable par les entreprises de transport.

L'étude ne prend en considération que les transports lourds de marchandises tels que visés par le règlement 2024/1610 (poids lourds de plus de 7,5 t) mais ne traite ni des autobus urbains, qui devront réduire leurs émissions de 90 % d'ici à 2030 et de 100 % à 2035, ni des autocars qui sont soumis aux mêmes règles de réduction que les poids lourds.

À l'image du dialogue stratégique entrepris par la Commission européenne avec la filière automobile, un dialogue spécifique entre les dirigeants des constructeurs européens de camions, Milence (une association regroupant Volvo, Daimler et Traton se proposant de développer un réseau de bornes de recharge de très forte puissance) et plusieurs commissaires européens a eu lieu début septembre 2025 afin d'aborder les problématiques spécifiques des poids lourds et de regarder si des aménagements de ces échéances étaient envisageables. Un groupe spécifique devrait être mis en place pour réfléchir aux conditions nécessaires à l'accélération de la transition des camions.

2

CONTEXTE GÉNÉRAL DU TRANSPORT DE MARCHANDISES

L'échange de marchandises est essentiel à l'activité économique. Sauf à se placer dans des hypothèses de décroissance de l'économie ou de situations de crise, le trafic devrait continuer à croître, peut-être cependant à un rythme plus modéré que dans le passé. C'est dans cette perspective que se situe la présente étude.

Depuis plusieurs années, la décarbonation du transport de marchandises est sur le devant de la scène. Dans un premier temps, la migration vers le gaz naturel (GNV), puis vers le biogaz (BioGNV) a été lancée par les transporteurs routiers avant de subir un coup de frein brutal avec la guerre en Ukraine. L'hydrogène a également été envisagé avant d'accuser un retard de développement important, dû, notamment, à des perspectives économiques difficiles et, tout particulièrement, au prix élevé de l'hydrogène dans les stations, généralement proche de 15 €/kg. En parallèle, la solution électrique par batterie a commencé à monter en puissance, du fait notamment de la baisse des prix des batteries et des effets induits par la conversion à l'électricité des véhicules électriques légers. Le développement des biogazoles mérite également attention, compte tenu en particulier de l'intérêt qui leur est porté pour la décarbonation des secteurs aérien ou maritime.

➤ Structure et évolution du transport de marchandises

Le transport routier représente la grande majorité du transport de marchandises, très loin devant le fret ferroviaire et le transport fluvial et maritime comme le montre la figure 1.

À moyen terme, au moins en France, les possibilités de croissance des autres modes de transport sont limitées par les infrastructures : les sillons ferroviaires sont saturés et la priorité est donnée au transport de voyageurs qui ne cesse de croître. Les réseaux fluviaux ayant un gabarit suffisant pour les péniches actuelles seront limités à ceux existants, à l'exception du projet de canal Seine-Nord Europe.

S'il a légèrement décliné entre 2022 et 2023, en raison de la conjoncture internationale, le transport routier de marchandises a connu une croissance de 10 % entre 2015 et 2023 tandis que les modes ferroviaires et fluviaux enregistraient une décroissance respectivement de 19 % et 30 %.

➤ Les entreprises de transport et les métiers

Deux éléments caractérisent le transport routier de marchandises : la diversité des métiers et l'éclatement de la profession.

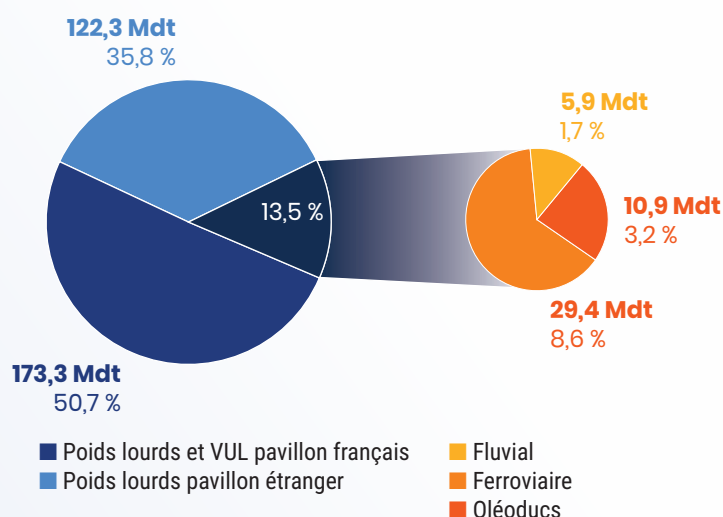
Une grande diversité des métiers

Le transport routier est éclaté en de nombreuses composantes dont les intérêts et les conditions d'exploitation peuvent diverger. On y trouve en particulier :

- le transport pour compte propre, où les poids lourds transportent des marchandises appartenant à leur entreprise ou aux entreprises de leur groupe, et le transport pour compte d'autrui qui peut présenter des contraintes d'exploitation différentes (camions conduits par deux équipes, horaires de livraison, retour à vide ou chargé, itinéraires fixes ou variables, etc.) ;

Figure 1 : Répartition du transport de marchandises en France en 2023 (en milliards de tonnes.kilomètres).

Source : Bilan annuel des transports.
CGDD/SDES (2023).



- le transport de marchandises en vrac – où la limitation du poids total en charge (PTAC), du poids total roulant (PTRA) ou du poids à l'essieu peuvent être des éléments importants –, et le transport de colis, contraint par le volume disponible ;
- le transport de marchandises dangereuses, contraint par des délais d'autorisation de circulation et d'éventuelles interdictions d'itinéraire ;
- le transport de denrées périssables ou de denrées réfrigérées pour lesquelles la réfrigération est assurée à l'aide de gazole non routier, etc.

En parallèle, on trouve pour chaque type de transport, des rayons d'action différents : certaines entreprises livrent localement, d'autres ont un rayon d'action régional permettant au chauffeur de rentrer tous les soirs au dépôt, d'autres enfin assurent des transports nationaux ou internationaux.

Une profession disséminée et fragile

Un autre élément important réside dans le très grand nombre d'entreprises de transport de marchandises, puisqu'on en comptait 41 000 en 2021 dont 73 % disposaient de 1 à 4 véhicules¹². Ces entreprises ont des moyens d'étude limités et répondent généralement à des missions de courte durée, souvent en sous-traitance d'organisations logistiques plus importantes. Leur assise financière est fragile. En conclusion, leur aversion au risque face à un changement de motorisation de leur flotte, qui peut se réduire à un seul camion, est forte. Le passage à l'acte suppose un accompagnement de leurs clients et/ou des aides gouvernementales.

Si la plupart des entreprises sont des petites entreprises, une part importante du parc est cependant possédée par des entreprises ayant plus de 100 poids lourds et, en second lieu, par des entreprises de taille intermédiaire disposant de 10 à 50 poids lourds.

La concentration du monde des transports s'accroît, puisqu'en 2025, les entreprises de plus de 100 poids lourds représentaient 39 % du parc contre 33 % en 2024¹³.

➤ Le parc de poids lourds en France¹⁴

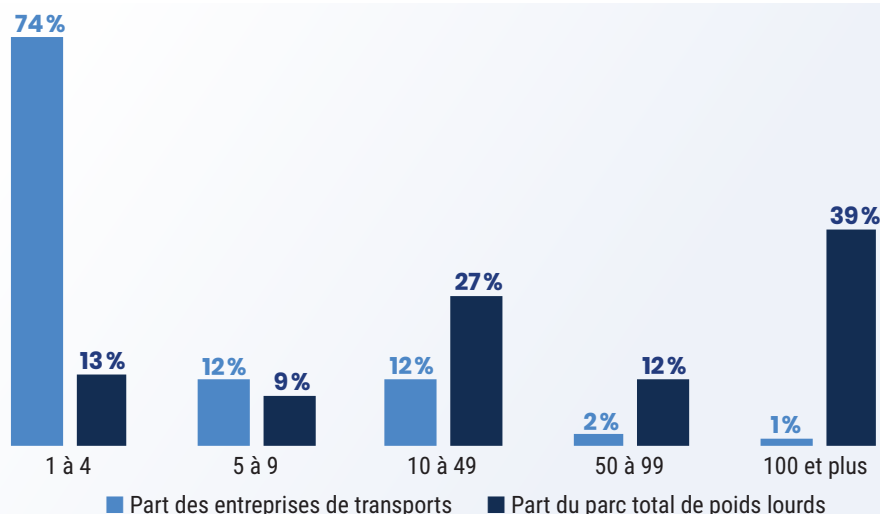
Le parc roulant de poids lourds s'établissait au 1^{er} janvier 2024 à 625 000 véhicules dont 305 800 camions porteurs, 226 900 tracteurs routiers et environ 92 500 VASP lourds (véhicules automoteurs spécialisés) tels que véhicules d'incendie, toupies à béton, bennes à ordures, etc.

Les camions représentent la moitié du parc (48,9 %). Leur part diminue légèrement depuis 2011 (- 5,6 points) au profit des tracteurs routiers et des véhicules automoteurs spécialisés (VASP) lourds, qui constituent respectivement 36,3 % et 14,8 % du parc. En 10 ans, le parc des tracteurs routiers a crû de 17 %, celui des VASP de 19 % tandis que celui des camions porteurs a diminué de 2,7 %.

Le parc est relativement jeune, surtout en ce qui concerne les tracteurs : 28,7 % des camions et 26,7 % des VASP lourds ont moins de 5 ans, contre 54,1 % des tracteurs routiers en circulation.

Figure 2 : Répartition des entreprises de transport en fonction de leur nombre de poids lourds.

Source : CSIAM (2024)



12. Sources : Chiffres clés des transports (2025) et CSIAM (2024). La FNTR fait état de marges structurellement faibles, de l'ordre de 1 à 2 %, et une exploitation déficitaire pour 40 % des entreprises de transport en 2023 contre 30 % en 2022.

13. Source : CSIAM (2026).

14. Source : www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

2. Contexte général du transport de marchandises

La décarbonation du transport routier de marchandises

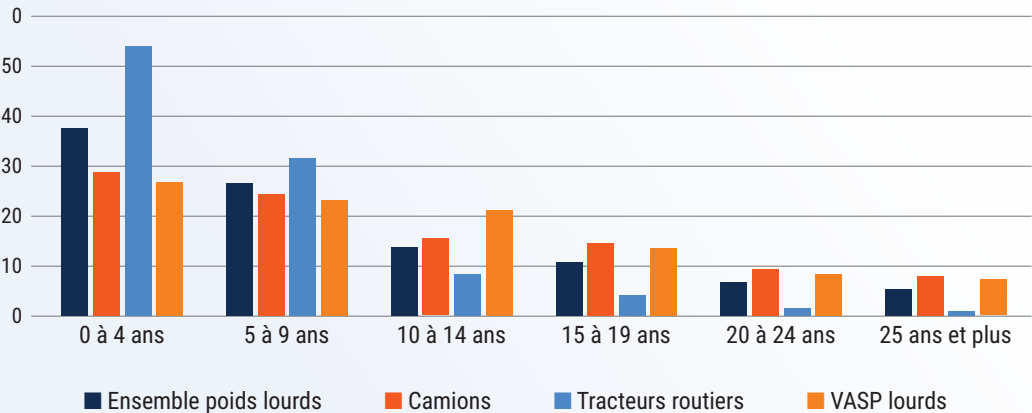


Figure 3 : Répartition du parc de poids lourd selon l'âge de l'équipement.
Source : SDES.

La distance parcourue par les poids lourds a atteint, en 2024, 26,5 milliards de kilomètres, en baisse de 1,8 % par rapport à 2023. Les deux tiers des distances sont effectuées par des tracteurs routiers.

En 2023, les tracteurs routiers ont roulé en moyenne 77 300 km/an, en baisse de 3,1% par rapport à 2022. Quant aux camions porteurs, ils ont roulé 26 000 km/an, en baisse de 2,5 % par rapport à 2022. Globalement, le kilométrage annuel moyen des poids lourds a diminué de 2,5 %, à 42 500 km sur la période.

Une grande majorité des poids lourds roulent encore au gazole, même si le gaz a enregistré des progrès réels (tableau 1).

Carburant	Nombre de véhicules au 1 ^{er} janvier 2025
Biogazole (B100)	5 296
Gazole	602 252
Gazole HNR et HR	243
Électrique	1 661
Essence	509
Gaz	11 288
Hydrogène et autres véhicules zéro émission	16
Inconnus	234
Total du parc	621 501

Tableau 1 : Répartition du parc de poids lourds en fonction des carburants au 1^{er} janvier 2025.
Source : SDES.

Partis avec une dizaine d'années d'avance sur les poids lourds 100 % électriques, les poids lourds alimentés au méthane ont vu leur nombre passer de 3 887 début 2020 à 14 692 début 2025 (figure 4). Malgré un taux de croissance annuel de l'ordre de 30 % par an, c'est un parc qui reste cependant très faible rapporté au parc total de poids lourds en circulation (2,4 % environ).

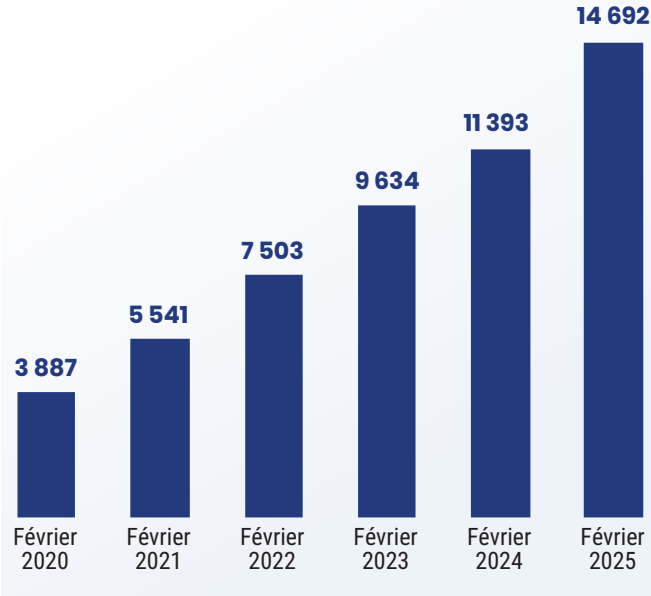


Figure 4 : Évolution du parc de poids lourds roulant au GNV. Source : Opendata Réseaux Énergies.

➤ Les émissions de gaz à effet de serre et l'environnement international

Situation actuelle

Les transports représentaient, en 2023, 34 % des émissions totales de gaz à effet de serre en 2023, contre 32 % en 2022. La répartition entre les différents modes de transport montre un poids significatif du transport routier de marchandises.

La profession des transports routiers de marchandises est sensibilisée depuis plusieurs années à la décarbonation de son activité et la stabilité des émissions (figure 6) reflète un réel progrès à la tonne transportée.

Ces progrès ont été obtenus grâce à l'adoption de moteurs de plus en plus performants et, aussi, grâce à une première vague d'investissements sur le GNV.

L'environnement réglementaire européen

Deux textes essentiels ont été publiés dans le cadre de l'initiative *Fit for 55* de la Commission européenne :

- le règlement 2024/1610 du 14 mai 2024, modifiant le règlement 2019/1242 en ce qui concerne le renforcement des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour les véhicules utilitaires lourds neufs ;
- le règlement sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs, ou *Alternative Fuels Infrastructure Regulation* (AFIR 2013/1804 du 13 septembre 2023), abrogeant la directive 2014/94.

Figure 5 : Émissions de GES des transports en 2023.

Source : Chiffres-clés des transports (2025).

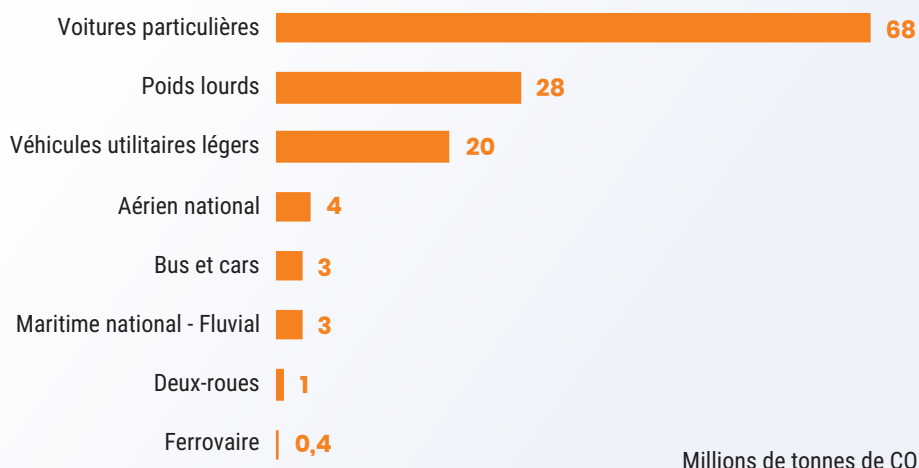
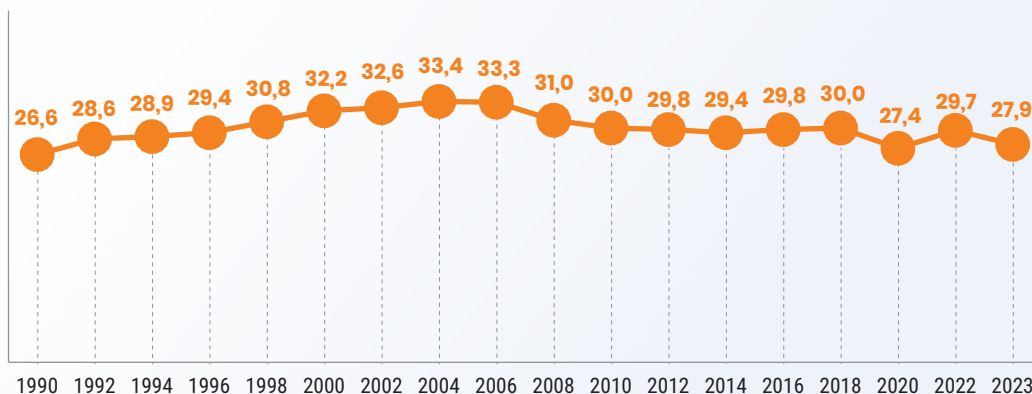


Figure 6 : Évolution des émissions de CO₂eq des camions de marchandises depuis 1990.

Source : FNTR.



2. Contexte général du transport de marchandises

La décarbonation du transport routier de marchandises

Le règlement 2024/1610 transpose, dans le domaine des véhicules lourds, les objectifs de réduction des émissions des véhicules légers neufs mis sur le marché qui ont conduit l'industrie automobile européenne à entreprendre un puissant mouvement de bascule vers le véhicule électrique.

La réduction des émissions y est considérée « à l'échappement ». Elle tient compte des progrès techniques encore réalisables sur l'aérodynamique et sur le rendement des moteurs thermique. Par contre, Le bilan carbone associé à l'utilisation de biocarburants, de biogaz ou de carburants de synthèse, renouvelables ou bas-carbone, n'est pas pris en compte, ce qui privilégie les solutions électriques ou à hydrogène.

Le règlement 2024/1610 a maintenu l'objectif de réduction des émissions qui était fixé pour 2015 par la version antérieure 2019/1242 du règlement mais a très sensiblement resserré les objectifs 2030 et suivants, conformément au tableau 2.

	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040
Objectifs de réduction des émissions	-15 %	-45 %	-65 %	-90 %

Tableau 2 : Objectifs de réduction des émissions de CO₂ des véhicules utilitaires neufs mis sur le marché par rapport à 2019.

Ces objectifs s'appliquent aux camions de plus de 7,5 tonnes, aux autobus et aux autocars mais ne concernent pas les véhicules d'urgence médicale, de protection civile ou de maintien de l'ordre. Les autobus urbains sont quant à eux astreints à être 100 % zéro émission dès 2035.

La Commission européenne s'est engagée :

- à fournir, au plus tard au 30 juin 2025 un rapport sur l'intérêt de promouvoir la conversion de véhicules à combustion interne en véhicules à zéro émission paretrofit ;
- à présenter, au plus tard au 30 juin 2027, un rapport sur les flottes de véhicules utilitaires de grande taille ;
- à réexaminer, au plus tard, au 31 décembre 2027, l'efficacité et l'impact du règlement.

La pénalité prévue pour les constructeurs ne respectant pas les objectifs de réduction des émissions est de 4250 € par gCO₂/t.km pour les émissions en excès des objectifs. Elle est considérée comme fortement incitative.

Le règlement AFIR 2023/1804 impose aux États membres d'équiper progressivement le réseau RTE-T, dans chaque sens de circulation, d'infrastructures de recharge de grande puissance réservées aux véhicules utilitaires lourds.



	31 décembre 2025	31 décembre 2027	31 décembre 2030
Équipement du réseau RTE-T, en parcs accessibles au public dans chaque sens de circulation	Sur 15 % du réseau RTE T : Un parc de 1 400 kW avec au moins une borne à 350 kW	Sur 50 % du réseau RTE T : Réseau central : un parc de 2 800 kW comprenant au moins deux points de charge de 350 kW Réseau global : un parc d'au moins 1 400 kW avec un point de charge d'au moins 350 kW	Réseau central : tous les 60 km maximum, un parc de 3 600 kW comprenant au moins deux points de charge de 350 kW. Réseau global : tous les 100 km maximum, un parc de 1 500 kW comprenant au moins un point de charge de 350 kW.
Aires de stationnement sécurisées		Pour chaque aire sécurisée : deux stations de 100 kW minimum	Pour chaque aire sécurisée : quatre stations de 100 kW minimum
Nœuds urbains	Chaque nœud urbain doit être équipé de bornes de 150 kW minimum pour une puissance totale de 900 kW minimum		Chaque nœud urbain doit être équipé de bornes de 150 kW minimum pour une puissance totale de 1 800 kW minimum

Tableau 3 : Prescriptions minimales d'équipement du réseau RTE-T en bornes de recharge réservées aux poids lourds imposées par le règlement 2023/1804.

Dans le cas des stations de recharge électrique, les objectifs retenus sont ceux du tableau 3.

Les parcs de recharge doivent permettre un paiement à l'acte, sans abonnement et la recharge intelligente.

Le règlement délégué 2025/656 du 2 avril 2025 a modifié les normes relatives à la recharge sans fil, notamment pour les points de recharge à haute puissance pour véhicules utilitaires lourds électriques. Il impose, a minima, la présence de connecteurs « Combo 2 » et ouvre la voie à la recharge dynamique par rail et à la recharge statique ou dynamique par induction. Pour les communications entre le véhicule et le point de recharge, il impose le respect de la norme EN ISO 15118-20:2022.

En ce qui concerne la distribution d'hydrogène, l'obligation au 31 décembre 2030 porte sur l'installation sur le réseau central RTE-T de stations de ravitaillement ouvertes au public de 1 t/jour minimum avec un distributeur à 700 bars tous les 200 km. Pour chaque nœud urbain, une station est exigée mais sans précision sur la pression.

S'agissant des véhicules fonctionnant au gaz naturel liquéfié (GNL) ou au gaz naturel comprimé (GNC), le règlement note qu'il existe déjà un réseau d'infrastructures suffisant dans toute l'Union européenne et que ces véhicules devraient être progressivement remplacés par des systèmes de

propulsion à zéro émission. Le règlement se borne à demander aux États membres de mener une politique ciblée et limitée de déploiement d'infrastructures de distribution de méthane liquéfié (ou GNL), au moins le long du réseau central du RTE-T et jusqu'au 31 décembre 2024, afin de permettre aux véhicules utilitaires lourds utilisant du méthane liquéfié de circuler dans toute l'Union, sauf « si les coûts que cela entraîne sont disproportionnés par rapport aux avantages ».

La création d'un nouveau marché carbone : l'ETS 2

Au 1^{er} janvier 2028, entrera en application le nouveau système d'échange de quotas d'émissions dénommé ETS2 (ETS : *Emission Trading Scheme*). Objet de la directive 2023/959 du 10 mai 2023, ce système couvrira les émissions de CO₂ des énergies fossiles utilisées dans les secteurs du transport routier, du bâtiment, de la construction et de la petite industrie qui échappent au système ETS1 en vigueur depuis 2008.

Les entités réglementées par l'ETS2 seront les fournisseurs d'énergie et les metteurs à la consommation de carburants ou combustibles, qui devront surveiller et déclarer les émissions de gaz à effet de serre liées à la vente de leurs produits énergétiques, ainsi qu'acquiescer et restituer des quotas d'émissions équivalents à leurs émissions annuelles.

L'ETS2 incitera, dans le domaine des transports, à migrer vers des solutions décarbonées, notamment renouvelables. À ce titre, il apparaît comme l'un des outils qui contribuera au respect par les États membres des dispositions de la directive 2023/2413, dite RED3, sur la promotion de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Cette nouvelle directive impose des objectifs minimaux au secteur des transports, soit en termes de réduction de l'intensité carbone (- 14,5 % d'ici à 2030), soit en termes de part d'énergies renouvelables (29 % d'ici à 2030).

Le prix du CO₂ auquel se situera le quota carbone sur le marché de l'ETS2 pourra avoir un effet important sur le prix des carburants fossiles et donc sur le rythme de conversion vers des solutions décarbonées. À titre indicatif, si le prix sur l'ETS2 se situait au niveau constaté au 1^{er} janvier 2026 sur l'ETSI (85 €/t de CO₂), l'impact sur le prix du gazole serait de 22,7 c€/par litre. Il se pose donc dans la plupart des pays européens un problème d'acceptabilité par la profession des transporteurs de cette contribution si elle devait s'ajouter à la fiscalité actuelle. À titre de référence, on rappelle qu'en France, la composante carbone intégrée à la fiscalité de l'énergie (accises) est bloquée depuis 2018 à 44,60 €/tCO₂.

Le produit de la mise aux enchères des quotas sera pour partie dirigé vers le Fonds Social pour le Climat (FSC) institué par le règlement 2023/955. Ce fonds pourra soutenir les plans nationaux pour le climat élaborés par les États qui, eux-mêmes, pourront contenir des mesures et des investissements de nature à accroître l'adoption de transports à zéro ou faibles émissions.

La directive 2023/959 prévoit également des mécanismes de stabilité se déclenchant en cas de variation « rapide » des prix ainsi qu'un système de plafond si le prix du quota vient à excéder 45 €/tCO₂ (valeur 2020 soit 56 €/tCO₂ valeur 2025) pendant plus de deux mois consécutifs. Cependant, la portée de ces mécanismes donne lieu à débat et les conditions de mise en œuvre de l'ETS2 sont évoquées à Bruxelles dans le cadre d'un dialogue stratégique entrepris par la présidente Ursula von der Leyen.

La transposition de la directive en droit national aurait dû intervenir au plus tard au 30 juin 2024. Plusieurs États, dont la France, ne l'ont pas encore fait et, à la date d'écriture du présent rapport, il est encore difficile de savoir quand et comment elle le sera, malgré l'accord intervenu le 4 novembre 2025 entre les États quant à l'objectif de réduction des émissions de -90 % proposé par la Commission pour

l'horizon 2040. Il est acquis que les États récupéreront une partie importante (de l'ordre de 75 %) du produit des mises aux enchères de quotas, ce qui leur permettra, s'ils le souhaitent, d'en compenser l'incidence par une réduction des accises. Au stade actuel, il est impossible de prédire quelles seront les décisions du gouvernement et du Parlement français. Dans les évaluations économiques faites dans la présente étude, il a été supposé, de façon prudente, que l'impact de l'ETS2 sur le transport de marchandises équivaldra à un accroissement net de l'accise sur le gazole de 30 €/tCO₂ en 2030 soit 8 c€/l. Cet accroissement net est supposé être porté à 70 €/tCO₂ en 2035 et 120 €/tCO₂ en 2040 mais ces hypothèses restent spéculatives.

L'environnement réglementaire et fiscal français

Sur le plan réglementaire, la France est tenue d'appliquer les règlements communautaires qui n'exigent pas de transposition en droit national. Elle s'y prépare. Les projets de PPE3 et de SNBC3 font l'hypothèse d'une baisse des consommations énergétiques grâce à une meilleure organisation des circuits logistiques, une réduction des consommations des véhicules et un report vers des modes de transport moins énergivores (train, fluvial). Selon la SNBC3, la part modale du fret ferroviaire pourrait ainsi doubler entre 2019 et 2030 pour atteindre 18 %.

Ceci laisse néanmoins une part très dominante aux transports routiers et la SNBC3 pose le principe que la part de poids lourds électriques dans les immatriculations neuves atteindra 50 % en 2030. Elle estime que le recours au GNV/bioGNV restera à moyen et long terme limité aux cas où l'électrification est impossible. Elle retient une hypothèse de consommation de 4 TWh de GNV par les poids lourds en 2030.

Sur le plan fiscal et assimilé, la situation est complexe car des évolutions sont susceptibles d'intervenir dès 2027 du fait de la suppression envisagée de certains avantages fiscaux et de l'instauration d'un nouveau mécanisme, l'IRICC (mécanisme incitant à la réduction de l'intensité carbone des carburants) qui se substituera à la TIRUERT (taxe incitative relative à l'utilisation de l'énergie renouvelable dans les transports) au 1^{er} janvier 2027. Nous essayons de faire le point ci-après sur les tendances qui se dessinent.



Les accises

Hors Île-de-France et Corse, l'accise sur le gazole s'élevait en France (hors Corse), au 1^{er} janvier 2026, à 60,75 c€/l (soit 60,75 €/MWh) dont 11,8 c€ sont à rattacher à la composante carbone informelle de 44,60 €/tCO₂. Sur ces 60,75 c€/l, 15,75 c€/l sont récupérables par les transporteurs, en moyenne pondérée selon les régions.

Le gazole B100 bénéficie encore en 2026 d'un régime particulier. Lorsqu'il a été décidé, en 2018, de l'introduire en France, il a été convenu de lui accorder une accise réduite (11,83 c€/l soit 12,90 €/MWh au lieu de 60,75 €/MWh pour le gazole au 1^{er} janvier 2026) mais cette accise n'est pas récupérable. La pérennité de ce dispositif fait débat mais il n'a pas été remis en cause pour 2026 à l'issue de l'examen du projet de loi de finances pour 2026.

L'accise sur le GNV est de 5,23 €/MWh_{PCS} et est donc inférieure au montant de la contribution carbone informelle de 44,60 €/tCO₂ qui équivaut à 9,81 €/MWh_{PCS}.

Les certificats d'économie d'énergie

Les certificats d'économie d'énergie (CEE) ne constituent pas un véhicule fiscal mais constituent

néanmoins une contribution à laquelle les metteurs sur le marché sont assujettis. Le coût est en est répercuté par eux sur le consommateur, en totalité ou en partie selon leur politique commerciale. Cet impact est donc variable. On pouvait l'estimer en 2025 aux environs de 8 c€/litre de gazole¹⁵. Il est amené à augmenter, dès 2026, compte tenu de l'élargissement des obligations et du renchérissement possible du prix des certificats. Nous estimons ces effets à 5 c€/l, en 2030 et au-delà, ce qui porterait cet impact à 13 c€/litre de gazole.

La TIRUERT

En 2025 et 2026, les redevables à l'accise sur le gazole sont également redevables de la taxe incitative relative à l'utilisation d'énergie renouvelable dans les transports (TIRUERT). Cette taxe est due par les opérateurs concernés dès lors qu'un objectif d'incorporation de biocarburants, fixé à 9,4 % pour 2025, n'a pas été atteint. Seuls les biocarburants répondant à des critères de durabilité peuvent être pris en compte pour le calcul de la réduction du taux de la taxe. Les quantités d'électricité d'origine renouvelable utilisées pour l'alimentation, en France, de véhicules routiers au moyen d'infrastructures de recharge **ouvertes au public** que le redevable exploite sont prises également en compte.

Le taux de la taxe, assis sur le déficit d'incorporation, était de 140 €/hl en 2025.

L'IRICC

Le projet de loi portant diverses dispositions d'adaptation au droit de l'Union européenne en matière économique, financière, environnementale, énergétique, d'information, de transport, de santé, d'agriculture et de pêche (DDADUE) soumis au Conseil des ministres du 10 novembre 2025, prévoit que la TIRUERT laisse la place au 1^{er} janvier 2027 au mécanisme incitant à la réduction de l'intensité carbone des carburants (IRICC) afin de répondre aux objectifs de la nouvelle directive RED3 fixant un objectif pour 2030, soit de 14,5 % de réduction de l'intensité carbone, soit de 29 % d'énergie renouvelable sur l'ensemble du secteur des transports. Par ailleurs, les biocarburants avancés et les carburants renouvelables d'origine non biologique (hydrogène et ses dérivés) devront représenter 5,5 % de la consommation d'énergie des transports en 2030, dont 1 point de pourcentage pour l'hydrogène et ses dérivés.

15. Le rapport de la Cour des comptes de juillet 2024, « Les certificats d'économie d'énergie », chiffrait cet impact à 7,3 c€/l pour les carburants en 2023.

	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Réduction d'intensité carbone									
Gazoles	7,3 %	8,5 %	9,6 %	10,7 %	12,2 %	13,7 %	15,2 %	16,6 %	18,1 %
GNV et GPL	0 %	3 %	7 %	12 %	15 %	16 %	18 %	19 %	21 %
Énergies renouvelables									
Gazoles	9,5 %	10,1 %	10,7 %	11,4 %	12,2 %	13,0 %	13,8 %	14,9 %	16 %
GNV et GPL	0 %	2,7 %	6,3 %	10,6 %	13,2 %	14,8 %	16,2 %	17,5 %	18,7 %
Sous-objectifs									
Biocarburants avancés	0,95 %	1,25 %	1,6 %	1,95 %	2,0 %	2,1 %	2,25 %	2,4 %	2,6 %
Carburants NBO ou bas carbone	0,2 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %	1,6 %	1,7 %	1,8 %	1,9 %	2,0 %

Tableau 4 : Objectifs minimaux d'incorporation tels que définis dans les projets de textes relatifs à l'institution de l'IRICC mis en consultation le 12 mai 2025.

En conséquence, l'IRICC imposera aux metteurs sur le marché, le respect de trois lignes d'objectifs :

- un objectif annuel de réduction de l'intensité carbone de l'ensemble des carburants distribués. Cet objectif est modulé par un taux de prise en compte applicable à certains carburants, dont les carburants gazeux ;
- un objectif d'utilisation d'énergie renouvelable fonction de la filière de carburant ;
- des sous-objectifs garantissant un usage minimal de biocarburants avancés et d'hydrogène renouvelable et bas carbone.

Dans le cas des transports routiers de marchandises, les coefficients proposés sont ceux du tableau 4¹⁶.

Ces valeurs sont susceptibles d'évoluer et seules celles figurant dans le texte législatif final, à l'issue du vote du Parlement, devront être retenues.

Dans le décompte des différents carburants contribuant à la réalisation de l'objectif d'incorporation, seuls ceux n'étant pas par ailleurs soutenus via une aide publique, telle que le complément de rémunération ou l'obligation d'achat, pourront être pris en considération. Ceci implique que le coût de ces carburants décarbonés impactera à hauteur de leur valeur économique réelle le prix des carburants fossiles dans lesquels ils viendront s'incorporer. Les quantités d'électricité renouvelable utilisées pour la recharge des véhicules seront prises en compte dans le décompte de la réduction d'intensité carbone, mais à la condition, comme dans la TIRUERT,

que la recharge soit faite à partir d'une station accessible au public, ce qui exclurait les recharges dans les dépôts privés. Cependant, à la date d'écriture de la présente étude, il est possible que ce point soit revu à l'issue de l'examen par la Parlement du projet de loi DDADUE.

Les opérateurs assujettis pourront satisfaire aux obligations de l'IRICC soit en incorporant physiquement les carburants éligibles, soit en achetant des certificats de fourniture auprès des producteurs de ces carburants. Il est aujourd'hui impossible de savoir à quel prix se négocieront ces certificats. L'idée sous-jacente est que le coût économique lié à la production des carburants alternatifs se trouve réparti, par le canal des certificats, sur l'ensemble des carburants mis sur le marché. Ceci devrait permettre un lissage des prix sur les gazoles, permettant de mettre sur le marché, sans subvention publique, des carburants dont le prix de revient est très supérieur à celui des carburants conventionnels.

Il est très difficile d'imaginer quel sera l'impact sur les prix des gazoles en 2030. On peut penser qu'elle induira une augmentation nette de l'ordre de 5 c€/l du prix des gazoles en 2030, s'ajoutant à l'impact de l'ETS2.

En ce qui concerne le BioGNV mis aujourd'hui sur le marché, comme expliqué au chapitre 3, le produit livré ne distingue pas physiquement du GNV. Il s'agit, pour l'un comme pour l'autre, de méthane, mais le BioGNV est accompagné de certificats de garantie

16. Ces coefficients sont ceux qui figuraient dans les projets de textes mis en consultation par l'administration en mai 2025, à l'exception des taux de réduction des émissions applicables au gazole qui sont ceux figurant dans le projet de loi DADUE. Les taux qui seront finalement retenus pourront être légèrement différents de ceux du tableau 4.

d'origine (GO) commercialisées pour le compte de l'État par l'*European Energy Exchange* (EEX)¹⁷. Le prix en est fixé tous les trimestres. En août 2025, le prix s'était élevé à 12,18 €/MWh ce qui majore théoriquement le prix du kg de GNV de 16 c€¹⁸ soit un peu plus de 10 % du prix à la pompe du GNV. Cette majoration, qu'on ne retrouve pas intégralement dans le prix pratiqué, était très inférieure au supplément de coût à la production du biométhane. On pouvait considérer en 2025 que le coût de production du biométhane est de l'ordre de 110 à 130 €/MWh, à comparer à un prix du gaz naturel importé de l'ordre de 35 €/MWh. Le BioGNV ne doit donc sa compétitivité qu'au fait que les garanties d'origine qui l'accompagnent sont achetées auprès des pouvoirs publics à un prix très inférieur au surcoût économique attaché au BioGNV. Cette situation devrait progressivement disparaître avec l'avènement de l'IRICC en 2027 qui exigera l'incorporation de biométhane garanti par des certificats de production de biométhane (CPB) non subventionnés dont le prix pourrait se situer aux environs de 100 €/MWh. L'objectif d'incorporation de 10,6 % de biométhane dans le GNV imposé en 2030 par l'IRICC pourrait entraîner une majoration de son prix de l'ordre de l'ordre 11 €/MWh, soit 0,144 c€/kg ce qui amènerait à un lissage du prix du GNV avec celui du BioGNV. Ces calculs restent cependant à ce stade sujet à caution.

Les conditions d'atteinte des objectifs de réduction des émissions pour le transport routier de marchandises

La réduction des émissions de CO₂ dans le transport de marchandises résultera de la combinaison de plusieurs lignes d'action :

- le report modal vers le ferroviaire et le fluvial ;
- l'optimisation des flux logistiques ;
- l'augmentation du chargement moyen des camions qui, selon le projet de SNBC3, pourrait passer de 8,1 t en 2019 à 8,4 t en 2030 ;
- le basculement d'une partie du parc de transport routier vers des solutions zéro émission ;
- la réduction des émissions de CO₂ des poids lourds thermiques neufs.

Aucun de ces leviers ne doit être négligé. Mais les chiffres du transport fluvial et ferroviaire montrent que ces deux modes resteront, même si l'on parvient à en doubler le volume, très minoritaires par

rapport au transport routier de marchandises, avec des capacités de croissance contraintes, en raison notamment de la saturation des infrastructures et des délais de réalisation de nouvelles infrastructures (plus de 15 ans pour le canal Seine-Nord Europe). Quelle que soit la volonté politique, les investissements qui pourront être entrepris dans les années qui viennent ne pourront pas produire des effets significatifs avant la fin de la période étudiée.

L'organisation des transports est un facteur très important. L'opération pilote conçue par l'alliance ECTN (*European Clean Transport Network*), associant CEVA Logistics, ENGIE et SANEF sur le parcours Avignon-Lille, est à cet égard très illustrative des gains qu'il est possible d'obtenir. Dans ce modèle, les chauffeurs n'ont plus à parcourir de longs trajets et effectuent des allers-retours quotidiens sur un segment routier découpé en segments autoroutiers de 300 km environ et doté de stations relais. Menée sur la base de camions électriques, l'expérience de 16 mois a produit des résultats très positifs¹⁹.

Le basculement vers ces solutions à zéro émission ne pourra quant à lui résulter que de la convergence de plusieurs facteurs : l'arrivée à maturité des technologies requises, le déploiement des infrastructures de distribution pour permettre aux routiers de « faire le plein » avec l'énergie correspondante, le basculement des sociétés de transports vers l'une ou l'autre de ces solutions, ce qui suppose :

- que leur coût de possession (*TCO ou Total Cost of Ownership*) soit au moins aussi avantageux que celui du gazole ;
- que l'investissement soit accessible aux entreprises, en direct ou via des solutions de financement ou de location ;
- que les conditions d'exploitation imposées par ces nouvelles solutions ne soient pas en contradiction avec les pratiques actuelles d'exploitation ou avec leur possibilité d'évolution et ne renchérissent pas le coût d'exploitation des sociétés de transport.

Ces différents éléments ne sont pas indépendants les uns des autres et l'atteinte des objectifs nécessite la mise en place d'un cercle vertueux entre ces différentes composantes.

17. Voir : <https://www.engie-viane.com/station-relai-sommesous-ectn/>

18. Sur la base de l'équivalence 47,4 GJ/t pour le gaz nature.

19. Voir : <https://www.engie-viane.com/station-relai-sommesous-ectn/>

3

COMMENT DÉCARBONER LES VÉHICULES ?

Grâce notamment à l'action menée par la Commission européenne après des constructeurs, un panel de solutions techniques est apparu pour décarboner les poids lourds. Ces solutions s'appuient sur l'expérience et le savoir-faire acquis dans le transport individuel, et sur les résultats des projets de recherche soutenus par l'Union européenne.

Les principales solutions à considérer sont le camion électrique, les biogazoles (B100 et HVO), le BioGNV et l'hydrogène.

➤ Les poids lourds électriques

Le développement des poids lourds électriques s'inscrit dans la droite ligne de celui des véhicules particuliers électriques. Le fait nouveau, survenu au cours des toutes dernières années, est qu'une offre commerciale est aujourd'hui disponible en Europe et en France en particulier.

Le signal est venu des États-Unis avec des annonces fracassantes à l'époque mais qui ont tardé à se concrétiser. Aujourd'hui, une gamme de véhicules électriques est inscrite aux catalogues des grands constructeurs européens, en camions porteurs ou

en tracteurs, avec des autonomies annoncées allant de 300 à 600 km, ce qui implique des capacités de batteries allant de 200 à plus de 600 kWh.

Ces poids lourds électriques à batteries ont bénéficié de la transposition des solutions développées pour les véhicules légers. Toutefois, le changement d'échelle oblige à développer de nouveaux standards de recharge et de nouvelles batteries puisque l'on passe de quelques dizaines de kWh à quelques centaines de kWh, à recharger souvent dans un temps limité.

État de l'art des technologies

Trois composants caractérisent le camion électrique : la chaîne de traction, les batteries et le système de recharge électrique. Leur développement a conduit à des innovations importantes. Si la chaîne de traction ne pose pas de difficulté particulière pour son passage à l'échelle, il n'en va pas de même pour les batteries et les systèmes de recharge qui présentent des contraintes spécifiques.

La chaîne de traction

La chaîne de traction classique transmet la puissance du moteur aux roues à l'aide d'un arbre de transmission, d'un différentiel et d'essieux moteurs. De plus en plus de constructeurs intègrent le moteur



électrique au sein de l'essieu (eAxe) et gagnent du poids en supprimant l'arbre de transmission et le différentiel. Certains véhicules vont comporter deux moteurs : le premier à induction qui présente un très bon rendement à faible vitesse en milieu urbain, le second avec aimants permanents dont les performances sont meilleures sur autoroute. L'une de leurs fonctions essentielles sera bien entendu la récupération d'énergie lors du freinage.

Les batteries

Tout comme pour les véhicules particuliers, les batteries sont l'élément clé du poids lourd électrique et les contraintes de poids, d'encombrement et de coût vis-à-vis de l'autonomie sont majeures.

Trois facteurs sont à prendre en considération :

- le poids, qui impacte directement la capacité de transport du véhicule limitée par le PTAC ;
- l'encombrement, car beaucoup de transports sont plus limités par le volume disponible que par le poids ;
- le prix qui impacte fortement le montant d'investissement à consentir et par conséquent la rentabilité du transporteur.

La taille des batteries nécessaire devient rapidement importante : pour la longue distance la capacité totale dépasse les 600 kWh dont 470 kWh exploitables²⁰ pour 400 à 500 km d'autonomie. Le poids atteint alors plusieurs tonnes (5 t pour une capacité massique actuelle de 120 Wh/kg).

Les batteries des poids lourds bénéficient des travaux de recherche-développement menés pour les véhicules particuliers, partageant avec ces derniers les différentes chimies, essentiellement LiFePO₄ (LFP) et Li-NMC.

Cependant, si les cellules de batterie peuvent être les mêmes que pour les véhicules légers, leur intégration en module est différente. Les capacités des packs peuvent nécessiter des systèmes de refroidissement adaptés. Les volumes de vente représentés par chaque série sont inférieurs d'un ordre de grandeur à ceux des véhicules particuliers et donc l'effet de série dans les fabrications est moins immédiat.

Les besoins d'utilisation amènent à distinguer les recharges « lentes » en plusieurs heures, faites au

dépôt ou sur des parkings spécifiques la nuit et les recharges « rapides » faites lors des déplacements et qui doivent tenir dans le temps de la pause obligatoire. Pour répondre à cette contrainte, les points de recharge doivent être conformes aux standards CCS (Combined Charging System) permettant de délivrer une puissance allant jusqu'à 350 kW et prochainement MCS (Megawatt Charging System) conçu pour délivrer jusqu'à 3 750 kW sous 1 250 V.

Ces différences d'utilisation vont entraîner un besoin de refroidissement important de la batterie pendant la recharge, en particulier pour une recharge rapide : une batterie de 480 kWh utiles déchargée à 80 % va prendre 40 minutes pour être rechargée à 600 kW. Avec un rendement de recharge entre 95 et 97 %, il faudra dissiper 15 à 20 kWh dans le volume relativement faible des batteries pendant 40 minutes. Le refroidissement est un facteur clé pour éviter une destruction de la batterie et en renchérit le coût.

Les standards de recharge : CCS et MCS

Deux standards d'infrastructures de recharge ont été développés pour les besoins des poids lourds : le CCS et le MCS

Le Combined Charging System (CCS)

Développé à l'origine pour les véhicules particuliers et les véhicules utilitaires légers (VUL), ce système combine un connecteur type 2 pour le courant alternatif et un connecteur Combo au-dessus pour la recharge rapide en courant continu. Il a été développé pour remplacer le standard CHAdeMO spécifique au courant continu. Le CCS est utilisé par les véhicules particuliers, par les VUL et par les poids lourds.

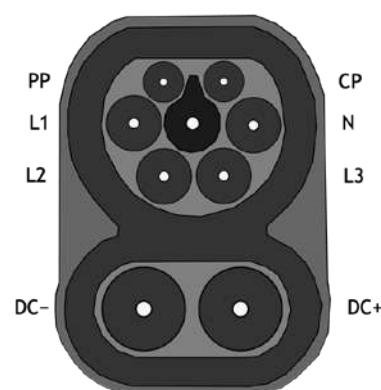


Photo 1 : Connectique Combo 2, côté véhicule, avec les contacts DAC (Type 2) et DC. Le contrôle de la charge en DC utilise les contacts du Type 2. Source : d'après Wikipédia.

20. Une batterie Li-ion ne doit pas être chargée ou déchargée à 100 %, car elle risque une usure prématurée. Le constructeur impose dans son Battery Management System un taux d'utilisation maximum (SOC State Of Charge). La valeur typique est 75 %, mais elle peut atteindre 80 %. Certains constructeurs communiquent sur la capacité totale, d'autres sur la capacité utile.

3. Comment décarboner les véhicules ?

La décarbonation du transport routier de marchandises

Prévue dans le règlement AFIR, la version actuelle « Combo 2 » permet de délivrer jusqu'à 350 kW (500 A sous 200 V à 1 000 V) et est compatible avec le *Plug and Charge* (photo 1). La version 3 permettra d'accéder à la recharge bidirectionnelle et à la recharge inductive.

Côté encombrement au sol, il faut compter un m² au sol et un transformateur pour quatre chargeurs.

Le Megawatt Charging System (MCS)

Ce système est développé depuis 2018 par le consortium Char In spécifiquement pour répondre aux besoins des poids lourds. Le connecteur est conçu pour délivrer jusqu'à 3 000 A sous 1 250 V et le diamètre du câble est en conséquence (photos 3 et 4).

Ce standard commence à être déployé. À ce jour, il n'y a pas de camions supportant le MCS commercialisé en Europe, mais il devrait y en avoir au moins un en 2026.

L'encombrement au sol est important : il faut entre 3 à 5 m² au sol par chargeur MCS et un transformateur HTA/BT pour deux chargeurs.



Photo 2. © MAN



Photo 3 : Connecteur MCS. © Wikipédia



Photo 4 : Borne de recharge MCS présentée au salon Solutrans 2025. © DR

Les prix des batteries et des poids lourds

Hors options de confort, un tracteur fonctionnant au gazole valait en 2025 environ 115 000 à 120 000 €, alors qu'un tracteur électrique équivalant valait à peu près 300 000 € pour lesquels une batterie, composée de six packs d'une capacité brute de 90 kWh chacun et assurant une autonomie de 400 km, représente 50 % du prix soit environ 150 000 € HT.

Le surcoût hors batteries, de 30 à 35 000 €, est dû aux autres composants du système : moteur électrique, réducteur, pompe à chaleur pour le chauffage, chargeur. Leur surcoût n'est pas à ce jour compensé par les économies réalisées sur le moteur thermique, l'embrayage, la boîte de vitesses, etc.

Les perspectives d'évolution reposent sur plusieurs facteurs : l'évolution des chimies des batteries, la baisse des coûts entraînée par la croissance des ventes, la concurrence des pays asiatiques, en particulier des constructeurs chinois.

L'évolution de la chimie des batteries

Pour les véhicules particuliers, des progrès sont attendus sur les chimies des batteries. La chimie NMC (nickel, manganèse, cobalt) est aujourd'hui dominante et est la plus performante en termes de capacité massique. La technologie LFP (lithium, phosphate de fer) est moins performante mais moins chère et s'est déjà imposée dans les modèles d'entrée de gamme des véhicules particuliers et dans l'équipement de poids lourds construits en Chine.

À court terme, des progrès importants pourraient être observés dans la technologie LFP qui intégrerait entre les cellules un système de refroidissement permettant une recharge rapide (au niveau 5 C) et offrant une bonne protection contre l'emballement thermique d'une cellule. Certains constructeurs, comme le Chinois CATL, annoncent déjà en 2025 de telles batteries à un coût inférieur à 100 €/kWh. Le même CATL a annoncé en février 2026, avec son partenaire Changan, le lancement industriel de la filière sodium-ion aux performances également attractives, notamment en climat froid.

Le développement des batteries à électrolyte solide est une autre voie, dont on parle depuis plusieurs années. C'est celle que veut suivre la société Prologium. Elle devrait permettre d'atteindre une meilleure densité énergétique, avec une meilleure sécurité et des temps de recharge très courts, mais qui resteront limités par la puissance des chargeurs. Son coût de

production devra cependant être suffisamment bas pour que cette technologie puisse être compétitive par rapport aux chimies de première génération.

Progrès industriels sur les batteries

Les cellules des batteries sont aujourd'hui produites en très grande majorité en Asie et dans un certain nombre de cas, assemblées en modules et batteries en Europe. Des *gigafactories* sont en cours de construction en Europe pour diminuer la dépendance vis-à-vis de l'Asie. Cependant les débuts sont compliqués, car la courbe d'apprentissage pour la maîtrise de la fabrication est longue et les taux de rejet obtenus sont encore largement supérieurs aux niveaux constatés en Asie. L'ouverture des marchés et la concurrence présentent un danger pour le développement de ces *gigafactories*. Le Suédois NorthVolt vient d'être mis en liquidation et d'autres projets ont été décalés.

Il faut noter que les chaînes de production sont liées à une chimie particulière et que le changement de chimie nécessite une reconversion complète de l'usine. À moins d'un scénario de rupture dans lequel un acteur émergent imposerait un bouleversement du marché, l'arrivée d'une nouvelle technologie sera retardée par l'amortissement des capacités de production existantes et le coût de conversion vers une autre chimie.

La vision retenue dans l'étude est que le coût du kWh de batteries pour poids lourds devrait rejoindre progressivement celui du kWh de batteries pour véhicules légers, avec cependant un léger surcoût dû au système de refroidissement (tableau 5).

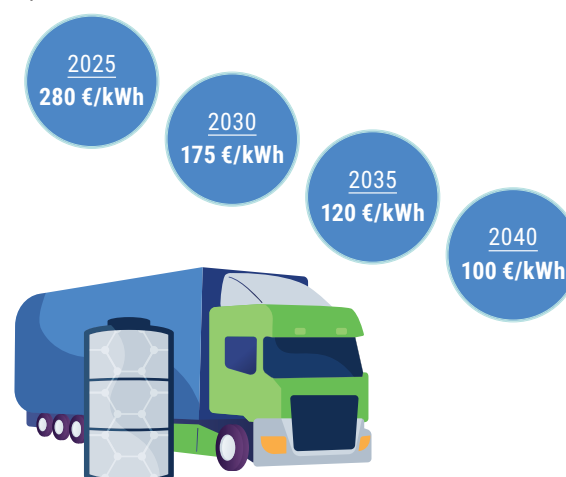


Tableau 5 : Hypothèses d'évolution du prix des batteries pour poids lourds (en euro par kWh de capacité brute).

3. Comment décarboner les véhicules ?

La décarbonation du transport routier de marchandises

L'évolution du prix des poids lourds

Comme indiqué plus haut, le surcoût des constituants hors batterie représente 80 % du coût du poids lourd électrique actuel, malgré la suppression des composants liés au moteur thermique.

Les coûts de l'électronique de puissance sont directement liés aux volumes de vente. Le coût des systèmes va baisser de façon drastique dès lors que le marché sera un peu stabilisé et que les volumes produits se compteront pour un même modèle en dizaines de milliers d'unités et ne seront plus des petites séries.

Une incertitude pèse néanmoins sur le coût du moteur électrique dont les versions les plus

performantes nécessitent des terres rares dont la disponibilité et le prix dépendront de la politique de la Chine et de l'acceptation par les populations occidentales de l'implantation d'usines d'extraction et de raffinage polluantes.

Dans le même temps, les poids lourds gazole devront supporter les nouvelles normes Euro 7, ainsi que les nouveaux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre, au mieux à coût constant.

En conclusion, il est probable que le prix des poids lourds électriques hors batteries descendra progressivement en dessous de leur version gazole (tableau 6).

Poids lourd de type tracteur	2025	2030	2035	2040
Coût moyen du poids lourd gazole	114 à 120 000 €	120 à 126 000 €	120 à 126 000 €	120 à 126 000 €
Coût moyen du poids lourd électrique, hors batteries, hors options de confort	150 000 €	136 700 €	110 000 €	110 000 €
Coût des batteries	149 500 €	93 400 €	64 100 €	53 400 €
Prix de revient net du poids lourd électrique, avec batteries et après aides*	238 000 €	168 700 €	143 400 €	163 400 €

* Les options de confort sont prises en compte dans les calculs de TCO du chapitre 6 à hauteur de 20 000 €. Hors options de confort, doté d'une batterie de capacité brute de 534 kWh. Les remises sur le prix catalogues étaient en 2025 plus importantes pour les poids lourds gazole que pour les poids lourds électriques.

Tableau 6 : Hypothèses d'évolution du prix d'un poids lourd électrique de type tracteur hors options de confort, doté d'une batterie de capacité brute de 534 kWh.



La concurrence des pays asiatiques

Le Global EV Outlook 2025 de l'AIE paru en mai 2025 donne les éléments de prix du tableau 7.

Données AIE	2024	2030	2024	2030
	Europe		Chine	
Coût moyen du poids lourd gazole	119 000 \$	122 000 \$	54 100 \$	55 000 \$
Coût moyen du poids lourd électrique, hors batteries	176 000 \$	138 800 \$	90 200 \$	81 400 \$
Coût moyen du poids lourd électrique, avec batteries	328 600 \$	217 700 \$	159 900 \$	137 000 \$

Tableau 7 : Hypothèses d'évolution du prix des poids lourds, en Europe et en Chine, selon l'AIE (mai 2025).

Le coût du poids lourd électrique vendu avec sa batterie en Europe serait ainsi aujourd'hui deux fois plus élevé que celui d'un poids lourd électrique équivalent vendu en Chine. Les différences de normes bloquent pour l'instant la vente de ces poids lourds en Europe, mais il est vraisemblable qu'à moyen terme ces poids lourds seront adaptés au marché européen pour y être directement importés, ou y être construits dans des usines implantées dans ce but.

En ce qui concerne le prix des batteries notamment, la pression des coûts asiatiques pourrait accélérer la baisse du prix de vente des batteries produites en Europe et mettre en péril la pérennité des *gigafactories* aujourd'hui en phase de démarrage.

➤ Les Electric Road Systems (ERS)

La recharge en roulant est une solution étudiée depuis plusieurs années et pour laquelle Équilibre des Énergies a produit en 2023 une étude détaillée dont les principaux éléments sont reproduits ci-dessous.

Les bénéfices attendus sont la réduction des batteries embarquées et donc l'augmentation de la charge utile des véhicules, l'économie de matériaux rares comme le cobalt et la réduction des besoins en zones de recharge en échange de l'immobilisation d'une quantité limitée de cuivre ou d'aluminium.

Nous en résumons ci-après les conclusions et les perspectives.

Les technologies

Trois solutions sont toujours en lice pour recharger les véhicules en roulant : l'alimentation par caténaires, le rail affleurant la chaussée ou le transfert d'énergie électrique par induction à partir de bobines logées dans la couche de roulement.

L'alimentation par caténaires est une solution éprouvée pour les trains et les tramways. Elle a fait l'objet d'expérimentations en Allemagne, en Suède et aux États-Unis sur des tronçons d'autoroutes (photo 6). Elle est questionnée quant à son aptitude à fonctionner en milieu ouvert avec un parc de poids lourds d'origine hétérogène important, en particulier en ce qui concerne l'usure et le risque d'arrachement.



Photo 6 : Poids lourd hybride roulant sur l'eHighway. © Siemens

3. Comment décarboner les véhicules ?

La décarbonation du transport routier de marchandises

De leur côté les exploitants d'autoroute soulèvent l'impossibilité de faire atterrir les hélicoptères de la protection civile et la difficulté de pouvoir redresser les poids lourds couchés avec des grues, deux situations assez fréquentes. L'acceptabilité des pylônes le long des autoroutes peut également faire débat. Les projets allemands semblent aujourd'hui être en *stand-by*.

Dans les solutions rail, les véhicules sont alimentés à partir d'un rail découpé en segments mesurant entre un et une dizaine de mètres. Il faut soit deux rails (solution Alstom - *photo 7*), soit un rail découpé en segments d'un mètre (solution ElonRoad). Les segments ne sont mis sous tension que lorsqu'un véhicule roule dessus par une communication entre le véhicule et l'infrastructure.

Cette solution permet le transfert de puissances importantes, et les tests unitaires, y compris en route ouverte ont montré une bonne résilience aux conditions hivernales.

Les principales incertitudes portent sur les surcoûts de réfection de la couche de roulement, les conditions de sécurité pour les motards mais aussi sur le risque de dégradation de la liaison avec le reste de la chaussée.



Le principe de la route à induction (*In-Road Inductive Charging System*) consiste à transférer l'énergie sous forme d'un champ électromagnétique variable émis à partir de bobines insérées dans le sol vers une ou plusieurs bobines situées sous le châssis du véhicule (*figure 7*). Plusieurs acteurs développent leur solution, incompatibles entre elles à ce stade, en particulier l'institut Vedecom et la société israélienne Electreon.

Cette solution présente a priori de gros avantages : les bobines n'interfèrent pas avec le trafic et peuvent même être enfouies de façon suffisamment profonde pour ne pas gêner la rénovation de la couche de roulement. Elle peut également avoir un intérêt pour la recharge des véhicules légers acceptant de s'insérer dans la circulation des poids lourds.

Les principales incertitudes portent sur la puissance qui peut être transférée en dynamique vers le camion et sur l'échauffement de la couche de roulement qui peut en résulter.

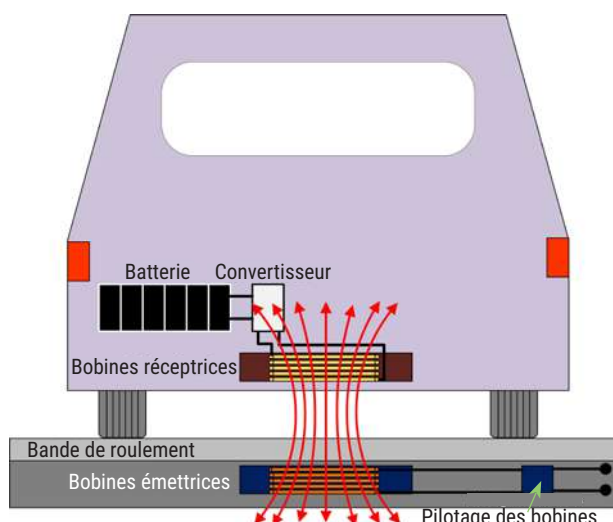


Figure 7 : Schéma de principe de la route à induction. Source : Équilibre des Énergies.

Évolution et perspectives

Depuis la publication de l'étude réalisée par Équilibre des Énergies, un programme de test et d'opérations pilotes a été engagé avec l'aide des pouvoirs publics français.

L'induction a été testée avec succès en piste fermée et un test sur autoroute de la technologie Electreon était en cours en fin d'année 2025 sur l'A10 près de Paris, sous le pilotage de Vinci Autoroutes. Les premiers résultats s'annoncent positifs. Pour le rail, les tests en piste fermée sont toujours en cours début 2026. Un des sujets en cours d'évaluation est l'impact pour les motards.

Plusieurs projets pourraient émerger à court/moyen terme sur des sections d'autoroute très fréquentées ou accueillant un trafic pendulaire. Il s'agirait d'investissements privés permettant à des poids lourds électriques spécifiquement équipés de circuler sur ces trajets. Le volume de trafic et les économies réalisées sur les carburants permettraient d'avoir une exploitation rentable. Le soutien du Fonds de l'innovation européen serait cependant nécessaire pour faire aboutir ces projets.

➤ L'hydrogène

L'hydrogène a suscité un véritable engouement il y a quelques années, surtout en Allemagne, mais est maintenant considéré avec plus de recul, en raison des coûts et des difficultés intrinsèques à cette solution et qui n'ont pas encore pu être surmontées :

- la chaîne complète de l'électrolyseur à la roue de production par électrolyse a un faible rendement qui ne dépasse pas 30 % ;
- le gaz reste difficile à transporter : à 700 bars, à quantité d'énergie identique, il occupe huit fois le volume du gazole ce qui rend le transport par la route peu compétitif obligeant à envisager un réseau de pipelines spécifiques. De plus il fragilise les aciers et traverse le caoutchouc ;
- produit en France à partir du mix d'électricité national nucléaire/solaire/éolien, il reste coûteux. Produit à partir d'électricité d'origine ENR dans des pays plus ensoleillés, le coût final en sera également élevé en raison du transport et de la distribution.

Son principal avantage pour le réseau électrique est qu'il permet un découplage entre la production et la consommation. Il pourrait avoir ainsi une valeur de « coûts évités » pour la collectivité qui reste à évaluer.

On constate que le marché de l'hydrogène pour les transports ne décolle pratiquement pas. Il s'ensuit que les gains de productivité et de la baisse des coûts sur les électrolyseurs, mentionnés par Équilibre des Énergies dans son étude de 2022, ne se sont pas à ce stade concrétisés.

Les prix de vente dans les stations de distribution constatés aujourd'hui restent de l'ordre de 15 €/kg à la pompe et même 20 €/kg dans les aéroports, ce qui est très éloigné du seuil de rentabilité (aux alentours de 5 €/kg pour les transports routiers).

Les camions à hydrogène ont une chaîne de traction identique à celle d'un camion électrique, l'énergie étant fournie par une pile à combustible à une ou plusieurs batteries. L'encombrement est important, en particulier celui du réservoir d'hydrogène (300 ou 700 bars), mais les principaux handicaps sont le coût de la pile à combustible, le rendement limité de la conversion hydrogène/électricité par la pile à combustible (de l'ordre de 50 %) et le coût du maintien en condition opérationnelle. Le réservoir lui-même représente un autre coût important.

Le nombre de poids lourds à hydrogène actuellement en France reste inférieur à une dizaine d'unités et l'absence de volume de vente actuellement ne permet pas d'espérer une baisse significative de leur prix dans les années qui viennent.

Une alternative à la pile à combustible pourrait consister à utiliser un moteur thermique adapté à l'hydrogène pour bénéficier de la chaîne de traction existante et minimiser les coûts d'adaptation. Cette solution présente néanmoins l'inconvénient d'avoir un rendement inférieur à celui de la pile à combustible (le rendement typique d'un moteur thermique étant de l'ordre de 40 %) et d'accroître la consommation d'un carburant déjà lui-même cher. L'IFPEN a mené des études d'évaluation²¹ montrant que les coûts totaux de possession (TCO) des versions à moteur thermique à hydrogène et à pile à combustible pourraient être assez proches, avec toutefois un avantage au moteur thermique à hydrogène. La rentabilité de la motorisation thermique à hydrogène par rapport à la motorisation gazole pourrait être atteinte pour un prix de l'hydrogène de 3 €/kg. L'IFPEN a donc identifié quatre types de véhicules lourds pour lesquels le véhicule hydrogène thermique pourrait avoir du sens, à condition de pouvoir accéder à de l'hydrogène compétitif : le poids lourd long routier de 44 tonnes, le bus articulé de 18 mètres, l'autocar régional (dans l'optique d'une utilisation intensive) et la pelle sur chenilles de 75 tonnes.

➤ Les biocarburants et les e-carburants

Une autre solution de décarbonation du transport consiste à substituer au gazole un carburant décarboné.

Cela offre l'avantage de permettre la réutilisation de techniques éprouvées, avec des modifications mineures, et de limiter le surcoût à l'achat des véhicules, au prix d'un carburant un peu plus cher. Cependant, un gros obstacle réside dans le fait que la réglementation européenne est fondée sur la décarbonation des émissions au niveau du pot d'échappement (*tailpipe*). Le recours aux biocarburants ne répond pas à cet objectif.

Plusieurs filières ont atteint aujourd'hui un niveau industriel et disposent d'un potentiel de croissance permettant d'alimenter une part significative du marché des transports routiers et pour lesquelles les effets d'échelle devraient permettre une baisse des coûts. Outre le problème réglementaire évoqué ci-dessus, le handicap principal réside dans la limitation des ressources de base (les intrants) nécessaires à la fabrication de ces carburants.

Le B100

Le B100 ou biogazole est un carburant composé à 100 %²² d'esters méthyliques d'acides gras (EMAG²³) aussi appelés FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*).

Le B100 est produit par la réaction du méthanol sur une huile végétale qui donne d'une part un ester méthylique et d'autre part de la glycérine. L'huile végétale utilisée au départ peut être de l'huile de colza, de l'huile de palme ou une autre huile végétale similaire.

En Europe, l'utilisation d'huile de palme est interdite pour ne pas encourager la déforestation dans les pays d'origine. On utilise essentiellement du colza et les tourteaux obtenus après pression servent à l'alimentation du bétail. Ils représentent 56 % de la masse de la graine contre 44 % pour l'huile.

Pour une tonne d'huile végétale et 100 kg de méthanol, on obtient environ une tonne de B 100 et 100 kg de glycérine que l'on peut valoriser par ailleurs.

En comparaison avec le gazole, le B100 a une capacité d'auto-inflammation plus faible (indice de cétane) et est plus corrosif. Sa tenue au froid jusqu'à -15 °C est similaire à celle du gazole.

Son bilan carbone global, « du champ à la roue », met en évidence une réduction des émissions de gaz à effet de serre d'au moins 60 % par rapport au gazole. Le B100 permet également de réduire jusqu'à 80 % les émissions de particules fines et ultrafines, mais peut conduire à une augmentation des émissions d'oxyde d'azote.

En raison de son PCI inférieur à celui du gazole, l'utilisation du B100 entraîne une légère surconsommation

21. Tranplhyn : transports lourds fonctionnant à l'hydrogène, juin 2022.

22. Il existe des versions de carburant contenant une proportion moindre d'EMAG. On parle alors de B7, B20, B30 en fonction du pourcentage d'EMAG.

23. On parle aussi d'ester méthylique d'huile végétale (EMHV). La réaction utilisée est la transestérification d'un triglycéride, qui donne un ester méthylique et de la glycérine. La molécule utilisée en entrée est essentiellement le trilinoléate de glycéryle présente dans l'huile de colza, l'huile de palme et d'autres huiles végétales.

par rapport au gazole. Ce résultat peut en grande partie être compensé (sinon inversé) sur des poids lourds spécifiquement dédiés au B100 dont le réglage du moteur a été modifié.

Compte tenu de son régime fiscal particulier décrit précédemment, le B100 ne peut pas être vendu à la pompe et son usage reste limité aux transporteurs qui alimentent leurs camions à partir de cuves privées, ce qui limite son déploiement. Son prix de vente, aujourd'hui attractif, entraîne un véritable intérêt des transporteurs mais sa pérennité dépend de celle de l'avantage fiscal qui lui est accordé. Par ailleurs, les ressources sur lesquelles le B100 a assis son développement, sont limitées.

En conclusion, il ne semble pas que le B100 soit appelé à un très grand développement. La présente étude fait l'hypothèse que son prix de vente s'alignera sur celui du HVO au plus tard en 2030.

Le HVO

Le HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*) est un carburant issu d'un hydrotraitement d'huiles végétales généralement usagées ou de résidus de graisses alimentaires. Le HVO a des propriétés identiques à celles du gazole d'origine fossile ce qui lui permet d'être utilisé à 100 % dans un moteur.

La réaction consiste à faire réagir une huile végétale avec de l'hydrogène pour obtenir en sortie des alcanes (hydrocarbures saturés) similaires à ceux qui forment le gazole. Tous les atomes d'oxygène contenus dans les triglycérides d'origine sont éliminés et le produit final est très stable.

Le HVO peut être produit à partir de diverses sources telles que l'huile usagée, l'huile de colza, l'huile de palme et la graisse animale. Le processus de production est moins sensible à la présence d'acides gras libres qui sont plus aisément transformés par hydrogénation que par la transestérification du processus EMAG. La gamme de matières premières utilisables est plus grande et donc moins susceptible d'entrer en compétition avec l'alimentation humaine.

Du point de vue environnemental :

- l'utilisation du carburant HVO100 permet de réduire d'au moins 60 % et jusqu'à 90 % les émissions de CO₂ par rapport à un carburant standard sur l'ensemble du cycle de vie du produit²⁴. La base

empreinte carbone de l'ADEME reconnaît une réduction des émissions de 77 % par rapport au gazole routier. Cependant, aucun signe particulier ne figurant sur la carte grise, son usage limite les poids lourds Euro 6 à la vignette Crit'Air 2 ;

- le HVO limite les émissions de particules fines, de soufre et d'autres contaminants, présents à l'état de trace dans l'EMAG, tels que les métaux ou le phosphore.

Ce carburant est soumis à l'accise sur les gazoles mais donne lieu à remboursement partiel, à la différence du B100. Il est distribuable dans le réseau routier. De plus il ne nécessite aucune modification du moteur et peut donc être facilement utilisé en substitution du gazole d'origine fossile.

Un point intéressant du HVO100 est que sa chaîne de production est très proche de celle des carburants d'aviation durables (CAD ou SAF). Les spécifications en sortie nettement moins strictes, mais il y a des synergies réelles entre ces deux chaînes et le développement industriel du HVO pourrait servir de tremplin à celui des CAD. En contrepartie, au-delà de 2030, la croissance attendue des besoins du secteur aérien en CAD pourra entraîner une hausse des prix du HVO100 du fait de la limitation de la ressource en intrants alimentant les deux filières.

Le GNV et le BioGNV

Le GNV²⁵ est constitué de méthane. La température de liquéfaction du méthane étant basse (-160 °C sous 1 atm), il est principalement utilisé sous forme de gaz comprimé à 200 atm (GNC) mais il est aussi distribué sous forme liquéfiée (GNL) pour des usages intensifs.

Le GNV est une solution déjà largement déployée pour les transports urbains de personnes puisqu'au 1^{er} janvier 2024, 21 % des bus utilisaient ce carburant (contre 70 % en gazole et 7,5 % en électrique) et 3,5 % des autocars (contre 95,5 % en gazole).

Il a connu un début de développement important pour le transport routier de marchandises, dont la croissance a été interrompue à la suite de l'envolée des prix consécutive à la guerre en Ukraine et en raison de la concurrence des biogazoles.

C'est une technologie maîtrisée, permettant une réduction des particules fines et, dans une certaine mesure, des émissions de CO₂ (-15 % selon Gaz-Mobilité²⁶).

24. Source TotalEnergies : <https://services.totalenergies.fr/professionnels/energies-mobilite/carburants/produits/diesel/hvo-100>

25. À ne pas confondre avec le GPL qui est un mélange de propane et de butane.

26. <https://www.gaz-mobilite.fr/dossiers/avantages-environnementaux-gnv/>

Le BioGNV est également constitué de méthane et est globalement identique au GNV. Il est produit dans des méthaniseurs répandus sur le territoire et connectés au réseau de distribution du gaz. Il n'y a pas de réseau de distribution spécifique de BioGNV. Son origine est aujourd'hui garantie par des garanties d'origine (GO). Aux GO, vient s'ajouter, à compter du 1^{er} janvier 2026, le mécanisme des certificats de production de biogaz (CPB) créés par la loi Climat & Résilience du 22 août 2021.

Le transport routier entre en compétition dans l'utilisation du biogaz avec les bâtiments (principalement le chauffage), avec la production d'électricité (turbines à gaz, cogénérations), avec les usages industriels comme les verreries pour lesquelles il n'y a pas de produit de substitution et avec d'autres applications pour lesquelles il peut constituer une matière première (production d'hydrogène ou de méthanol). Un des points clés est la capacité de production de biogaz et donc les possibilités de déploiement de méthaniseurs sur le territoire et la priorisation des bénéficiaires. L'autre point clé en est le coût.

Au dernier congrès de France Gaz, le 25 septembre 2025, la directrice générale de l'énergie et du climat, Sophie Murlon, a confirmé que « *le biométhane* (c'est-à-dire le biogaz injecté dans le réseau) aurait une place importante dans la stratégie énergétique » (de 15 TWh injectés en 2025 à 44 TWh attendus en 2030 dans la PPE3), mais a rappelé que la production est soutenue « *à des valeurs autour de 130 euros par MWh, donc facilement 3 à 4 fois plus cher que les gaz fossiles. L'obligation d'achat coûte ainsi à l'État 1,5 milliard d'euros pour chaque TWh contractualisé, c'est-à-dire à date environ 18 milliards d'euros* ». Il est attendu que les CPB reportent tout ou partie de cette charge budgétaire vers les consommateurs industriels et du bâtiment mais dans des proportions qui restent difficiles à apprécier.

Un autre sujet important est que le méthane est un gaz à effet de serre 40 fois plus contributeur que le CO₂ et donc que les fuites éventuelles des réseaux de distribution doivent être recherchées et corrigées.

En ce qui concerne le véhicule, il nécessite à la fois un réservoir spécifique et un moteur adapté, incompatible avec le gazole (alors que pour les véhicules particuliers il y a compatibilité avec l'essence et ces véhicules sont souvent bi-carburants). L'autonomie est aujourd'hui d'environ 300 km en GNC et 1 000 km en GNL.

Les poids lourds ainsi adaptés présentent un coût d'entretien supérieur à celui du gazole avec, d'après certains transporteurs, un taux de disponibilité plus faible.

Les e-carburants

Les e-carburants sont synthétisés à partir de gaz carbonique et d'hydrogène. La production industrielle de ces produits est en passe d'être maîtrisée mais suppose de disposer, en quantités industrielles, de dioxyde de carbone (CO₂) et d'hydrogène sur les lieux de fabrication.

En outre, l'hydrogène doit être d'origine décarbonée, donc soit produit par électrolyse, soit par un autre procédé. Il en va de même pour le CO₂ qui devra, à terme au moins, être d'origine biogénique ou résulter d'un captage direct dans l'air (*Direct Air Capture*), technologie encore loin d'être maîtrisée.

Le coût de ces carburants est trop élevé pour que cette solution soit viable pour le transport routier de marchandises. Ils seront réservés à des usages pour lesquels ils sont irremplaçables comme l'aviation.

4

LES INFRASTRUCTURES

La disponibilité d'infrastructures permettant le déploiement des solutions de mobilité décarbonée identifiées pour les véhicules est un prérequis à leur développement. Le problème a parfaitement été identifié pour les véhicules légers, il se pose également pour les poids lourds, quel que soit le mode de propulsion considéré.

➤ Où fait-on le plein ?

Les pratiques traditionnelles

Pour le gazole, qui constitue la référence pour l'exploitation actuelle des sociétés de transport, la situation est relativement simple en raison de la grande autonomie permise par le réservoir et le carburant. L'infrastructure de distribution existe et est adaptée aux besoins, fruit de plus d'une centaine d'années d'existence.

Pour les transports locaux ou régionaux, l'autonomie est aujourd'hui largement suffisante pour une journée complète de travail et le plein est fait au dépôt dès lors que l'entreprise s'est équipée d'une cuve²⁷ ou, à défaut, dans des stations-service disponibles sur l'ensemble du territoire.

Pour les transports nationaux et internationaux, l'autonomie est également largement suffisante pour une journée de trajet. Le plein peut être fait au dépôt s'il est équipé d'une cuve, et éventuellement dans une des stations spécialisées installées à l'entrée des autoroutes, lorsqu'un complément est nécessaire. Le recours aux stations-service des aires d'autoroute reste marginal.

L'impact des solutions bas-carbone

Le passage aux énergies bas-carbone introduit plusieurs contraintes : la première d'entre elles est que la fréquence et la durée du plein, s'il faut le faire dans la journée, ne doivent pas entraîner de délais ou de charges supplémentaires pour l'exploitation, que ce soit en raison d'un détour qui serait à faire ou de pauses supplémentaires pour le chauffeur. Pour faire simple, s'il faut faire des pleins ou des compléments de plein, ceux-ci doivent pouvoir être faits pendant les pauses obligatoires pour les chauffeurs. Celles-ci interviennent toutes les 4,5 heures soit environ tous les 400 km à 90 km/heure de moyenne. Sur ce point, toutes les solutions ne sont pas à égalité et les solutions apparentées gazole conservent un avantage certain (tableau 8).

La seconde contrainte est qu'il faut déployer une infrastructure permettant de faire le plein, que ce soit la nuit (au dépôt ou sur une aire spécialisée) ou dans la journée, quand c'est nécessaire et donc assurer une densité suffisante de points de livraison du carburant.

Ce déploiement des points de livraison doit venir en complément des points de livraison de gazole actuellement existants car, quelle que soit la nouvelle énergie, le gazole ne disparaîtra pas sur la période considérée, ne serait-ce qu'en raison du délai de remplacement du parc existant.

Carburant	Gazole	Tracteur électrique	B100	HVO	Gaz/biogaz	Hydrogène
Caractéristiques		Batterie 480kWh (capacité utile)			Réservoir de 210 kg à 200 bars soit 1,4 m ³	Réservoir de 40 kg à 700 bars soit environ 1 m ³
Autonomie type	> 1 000 km	440 km	> 1 000 km	> 1 000 km	600 km	500 km

Tableau 8 : Autonomie maximale d'un tracteur en fonction du carburant utilisé.

27. Le nombre exact d'entreprises de transport disposant d'une cuve de stockage en France est inconnu. Selon une enquête remontant à 2004, réalisée auprès d'un échantillon représentatif de 220 entreprises, ayant comme activité la longue distance, environ 87 % des entreprises de plus de 20 salariés disposeraient d'une cuve de stockage, contre 53 % des entreprises de moins de 20 salariés. Plus l'entreprise est importante (nombre de salariés ou de véhicules), plus la probabilité qu'elle soit équipée d'une cuve de stockage est grande. Aucune estimation de cette nature n'est disponible pour les entreprises effectuant de la courte distance.

Les contraintes du paragraphe précédent se traduisent différemment en fonction des énergies :

Ces carburants se livrent comme le gazole. Leur déploiement impose une cuve et une pompe par piste de livraison. A priori, les pistes n'auront pas besoin d'être dédiées et le temps pour faire le plein étant à peu près identique à celui du gazole, ces carburants ne poseront pas de problème spécifique de file d'attente. L'adaptation des pistes peut se faire au fur et à mesure de la montée en charge et il ne sera pas nécessaire d'immobiliser du foncier supplémentaire.

Les pompes pour livrer le HVO et le B100 sont identiques à celles livrant le gazole et si l'un de ces carburants se généralisait, il est vraisemblable qu'il serait fourni par des pompes multi-carburants ou par incorporation croissante dans le gazole.

La station de GNV typique comporte un compresseur, une cuve de stockage entre 200 et 250 bars et une ou plusieurs stations de distribution assurant un débit allant entre 25 kg/mn à 60 kg/mn selon les modèles et les fabricants.

La consommation d'un tracteur étant en moyenne de 35 kg/100 km, le plein complet (600 km) prend 6 à 7 minutes. Le temps pour faire le plein étant similaire à celui du gazole, le ratio nombre de pistes/poids lourd est similaire à celui du gazole.

La figure 8 montre que le développement des stations-service distribuant du gaz naturel comprimé est assez avancé et couvre une bonne partie du territoire, même si la densité n'est pas suffisante pour permettre la généralisation de ce carburant.

The map displays the distribution of hydrogen refueling stations across France and its immediate surroundings. Green dots represent GNC stations, which are widely distributed throughout the country, with a higher density in the western and central regions. Blue dots represent GNL stations, which are more sparsely located, primarily along the northern and eastern borders and in the central-eastern part of France. The map includes labels for major French cities (Paris, Lyon, Marseille, Bordeaux, Toulouse, Nantes, etc.) and neighboring countries (Belgium, Luxembourg, Switzerland, Germany, Spain, Italy, etc.). A legend in the bottom right corner, titled 'En service', confirms that the stations shown are operational. A scale bar in the bottom left corner indicates distances in kilometers (100 km) and miles (100 mi). The map is credited to 'Leaflet | Tiles C'.

Il n'y a pas d'infrastructure ouverte au public délivrant aujourd'hui spécifiquement du biogaz. Le BioGNV livré dans les stations ouvertes au public à ce jour ne se distingue pas physiquement du GNV. On rappelle qu'il s'agit dans les deux cas de méthane qui contient pour partie du biogaz. L'appellation BioGNV est uniquement liée à la fourniture, en parallèle à la livraison physique du produit, de garanties d'origine (GO) ainsi qu'il est expliqué au chapitre 2.

Si un transporteur veut se fournir en biogaz pour une décarbonation complète, il ne peut aujourd'hui le faire qu'en se faisant livrer dans une cuve privée et en acceptant d'en payer le surcoût.

Électricité

L'autonomie des poids lourds électriques commercialisés à fin 2025 est en règle générale du même ordre de grandeur que les trajets qu'ils ont à effectuer. Elle y reste cependant inférieure pour les longues distances. Dans tous les cas, la recharge électrique impose une planification car elle est très différente du plein qui peut être fait avec les autres carburants. Elle est aujourd'hui, pour les voitures de tourisme, environ huit fois plus longue que la durée du plein habituel, si l'on ne tient pas compte de la durée des arrêts de convenance. De plus, l'électricité ne pouvant être stockée sur le site de recharge (ou seulement pour des quantités minimes), elle nécessite un raccordement de dimension conséquente au réseau électrique.

De cette analyse, il résulte que deux modes de recharge seront utilisés par les transporteurs routiers : la recharge au dépôt et la recharge en itinérance.

La recharge au dépôt

La recharge au dépôt correspond à la grande majorité des cas : ce sera l'essentiel des cas pour les transports locaux et régionaux et même pour la majorité des parcours pour les transports nationaux.

Elle sera effectuée à l'aide de bornes CCS, généralement rapides (175 kW) voire ultra-rapides (350 kW) mais aussi de 50 kW pour les transports régionaux et locaux, suffisantes pour assurer une recharge complète en une nuit pour les capacités de batteries actuellement prévues.

La question du foncier peut se poser bien qu'il s'agisse d'équiper des places sur lesquelles les camions se garent déjà lorsque leur service est terminé. En effet, il faut prévoir de la place pour les installations, les plans de circulation peuvent être modifiés et les



bailleurs et les assureurs peuvent avoir certaines exigences.

Mais la principale question qui se pose nous semble être le raccordement au réseau de distribution tant en termes de disponibilité qu'en termes de coût.

Pour les petites entreprises de transport, qui représentent la majorité des cas, quelques bornes de 50 kW ne devraient pas poser de problème majeur de raccordement. Le pilotage permettra de lisser la charge sur le réseau et de maximiser l'utilisation des heures creuses.

Pour les transports nationaux, les recharges utiliseront des bornes CCS avec une puissance d'au moins 175 kW tout comme des bornes de 50 kW. Le dépôt d'un grand transporteur avec une vingtaine de camions à recharger chaque nuit, dont la moitié en CCS à 175 kW et l'autre en 50 kW, va nécessiter à terme un raccordement d'au moins 2 MW incluant un transformateur HTA/BT. Le coût et les délais seront significatifs.

Dans tous les cas, comme il s'agira d'une montée en charge progressive les délais pourront être anticipés.

Cependant, les délais de raccordement dépendent de la capacité disponible localement sur le réseau de distribution. Dans certains cas, il est possible de mettre à disposition un raccordement de 10 MW en

quelques mois, et dans d'autres (rares mais réels), il pourra être impossible de mettre à disposition un raccordement de 500 kW en raison d'une saturation locale du réseau et de la difficulté à le renforcer.

La localisation du dépôt est un élément imposé par l'histoire du transporteur et le déménager représente une complexité importante sur le plan opérationnel comme sur le plan des ressources humaines. Si le réseau est localement saturé et le délai de raccordement trop important ou trop coûteux, le transporteur retardera son investissement, au moins partiellement.

La recharge en itinérance

Les transports nationaux et internationaux nécessiteront des recharges en dehors des locaux, sûrement pour les très longues distances, mais aussi pour des compléments ponctuels dans le cas des transports régionaux et locaux. Ces recharges seront effectuées en itinérance sur des aires dédiées appartenant à des sociétés spécialisées.

Il faut ici distinguer deux cas d'usage : la recharge la nuit pour les poids lourds internationaux et la recharge en complément, de jour, pour les mêmes poids lourds ou pour certains poids lourds nationaux voire régionaux qui auront besoin de ce complément.

Recharge de jour

Il s'agit ici de fournir au poids lourd un complément de plusieurs centaines de kWh sans créer de contrainte supplémentaire sur l'exploitation, donc de recharger autant que possible pendant la pause du chauffeur routier.

Les bornes disponibles sont aujourd'hui conformes au standard CCS mais la nécessité arrivera vite de disposer de bornes MCS (allant dans un premier temps jusqu'à 1 MW), dès qu'elles seront disponibles et que les batteries des poids lourds pourront en tirer parti pour limiter le temps de charge.

Les temps de charge et l'arrivée aléatoire des poids lourds introduiront des contraintes importantes tant sur le foncier, surtout pour les aires de service des autoroutes, que sur le raccordement au réseau de distribution électrique ou au réseau de transport (cf. infra). Il faut noter que les efforts de recherche sur les batteries portent autant sur l'augmentation de la capacité que sur les temps de recharge. Des constructeurs chinois annoncent déjà des batteries ayant des temps de recharge inférieurs à 10 mn pour des véhicules particuliers. Si les recherches

dans cette direction aboutissent, sans raccourcir la durée de vie de la batterie, il s'agira là d'une percée significative.

Recharge de nuit

Il s'agit ici de fournir une recharge complète pendant la nuit. Le temps disponible étant quasiment égal à 10 fois celui de la recharge en journée, des bornes CCS seront largement suffisantes pour une recharge qui s'effectuera sur la durée de la nuit. Il s'agira d'équiper les places de parking déjà utilisées par les poids lourds la nuit et il ne devrait pas y avoir besoin de foncier supplémentaire.

Cependant, une incertitude existe sur l'acceptabilité pour les chauffeurs de dormir dans leur camion pendant la recharge et certaines sociétés spécialisées ont déjà aménagé des zones de recharge dans des aires situées en bordure d'autoroute et disposant parfois d'une aire de repos attenante pour la nuit.

On retrouve dans ce cas les mêmes contraintes en termes de foncier et de raccordement au réseau électrique que pour la recharge de jour.

Il faut noter que la recharge de nuit pourra tirer parti avantageusement d'un pilotage, surtout s'il ne s'agit pas d'un plein complet, alors que cela sera impossible pour la recharge de jour puisque la contrainte principale sera de la faire pendant le temps de pause du chauffeur, au moment où celui-ci la prend.

Le coût de la recharge sera relativement élevé puisque le transporteur paye ici un service commercial incluant l'électricité et la mise à disposition de l'infrastructure.

La mobilisation du foncier

La durée de la recharge est importante, plusieurs dizaines de minutes avec les batteries actuelles, et la piste est occupée par le poids lourd pendant toute cette durée.

Une station-service de gazole peut servir cinq véhicules par piste sur 45 minutes, alors qu'un seul camion électrique pourra se recharger dans le même temps. Il faut donc prévoir au minimum cinq fois plus de foncier équipé que pour une station-service gazole, pour servir le même nombre de poids lourds.

Le second point important est que la durée de la recharge va imposer une attente significative, qui peut atteindre plusieurs dizaines de minutes, si aucune piste n'est libre. Il faut donc prévoir un suréquipement

en pistes pour les stations-service pour éviter les temps d'attente trop longs avant d'accéder à une piste libre. Ce point va renchérir d'autant le coût de la recharge.

La seconde contrainte qui va peser sur le foncier est la disponibilité d'un raccordement au réseau électrique disposant de la capacité nécessaire et suffisamment proche d'une sortie d'autoroute ou d'une voie à grande circulation. Cet élément peut être planifié avec les gestionnaires de réseau lors des études d'implantation amont mais reste néanmoins une contrainte sur le déploiement.

Le trafic et l'heure de pointe

Un autre élément structurant pour le dimensionnement des stations et la réservation du foncier est la capacité nécessaire à l'heure de pointe. Les éléments relevés par VINCI Autoroutes montrent que les heures d'arrivée des poids lourds sur les aires d'autoroute sont assez étalées dans la journée. Il ne devrait donc pas y avoir d'heure de pointe trop marquée pour la recharge dans la journée.

On peut penser que cette situation va perdurer même en cas de passage à une énergie offrant une moins grande autonomie comme l'électricité ou l'hydrogène.

De même, les poids lourds ne circulant pas les week-ends et jours de grand départ, les contraintes sur le raccordement au réseau apportées par la recharge en itinérance des véhicules particuliers ne s'additionneront pas avec celles apportées par la recharge en itinérance des poids lourds.

Le pilotage de la recharge

L'étude d'Équilibre des Énergies sur les synergies entre le véhicule électrique et le bâtiment²⁸ a montré que le pilotage de la recharge des véhicules électriques particuliers est possible et souhaitable quels que soient les usages des véhicules, recharge à domicile ou sur le lieu de travail, et qu'elle peut aider à lever de manière importante les contraintes sur le réseau tout en apportant un bénéfice financier significatif aux utilisateurs.

En ce qui concerne les transports routiers, la situation est radicalement différente : ceux-ci fonctionnent de manière intensive. Les recharges ayant lieu dans la journée seront faites sur des bornes de recharge rapide et leur pilotage sera quasiment impossible.

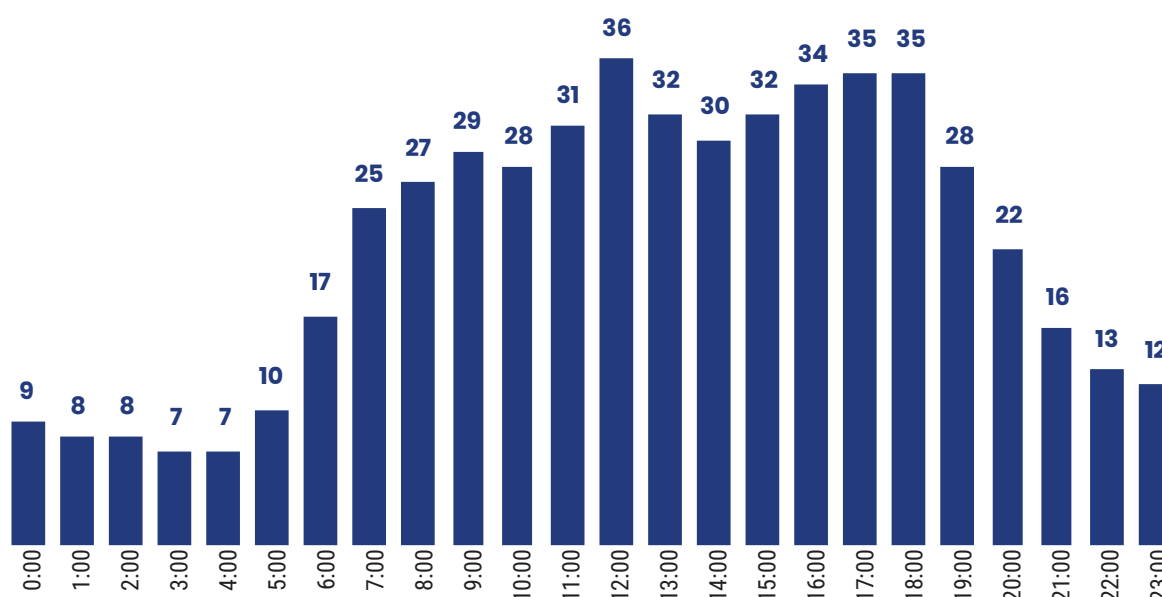


Figure 9 : Histogramme, heure par heure du lundi au vendredi, des entrées de poids lourds sur une aire d'autoroute. Source Vinci Autoroutes

28. « Les synergies entre véhicule électrique et bâtiment : comment les exploiter » - Équilibre des Énergies (octobre 2024).



Hydrogène

Le règlement AFIR prévoit, dans son article 6, l'installation avant le 31 décembre 2030 au maximum tous les 200 km le long du réseau TEN-T de stations ouvertes au public permettant la fourniture d'une tonne d'hydrogène à 700 bars. Une cible intermédiaire doit être définie pour 2027.

Le réseau se met en place (figure 10) mais les stations sont encore loin d'avoir la densité qui serait nécessaire.



51

5

LES ASPECTS ÉCONOMIQUES ET LES CRITÈRES DE DÉCISION

Comme toute autre filière de la transition énergétique, la décarbonation du transport de marchandises implique une transformation structurelle du parc de poids lourds, nécessitant des investissements lourds et une adaptation des habitudes des transporteurs.

La pression que génère un tel changement est mise en tout premier lieu sur les constructeurs qui doivent satisfaire à la réglementation européenne de plus en plus exigeante relative aux émissions de CO₂. Elle pèse également sur les États qui sont tenus de déployer des infrastructures de recharge en conformité avec le règlement AFIR. Les transporteurs restent quant à eux libres de leur choix d'équipements et du rythme auquel ils migreront vers de nouvelles solutions. D'une façon générale, s'agissant d'un secteur à faibles marges, il est clair que, même s'ils sont conscients de l'importance de décarboner leur activité, les transporteurs ne s'engageront dans cette voie que s'ils peuvent y trouver un intérêt pécuniaire et répercuter les surcoûts sur leurs clients et si le niveau d'incertitude entourant la transformation reste raisonnable.

Plusieurs éléments pourront y aider : la pression des chargeurs, eux-mêmes contraints par leurs obligations RSE ou les appels d'offres auxquels ils

répondent, les obligations de réduction des émissions en zones urbaines (ZFE), un TCO acceptable et si possible attractif, et la capacité à investir dans les véhicules décarbonés. Il leur faudra cependant veiller à ce que ces transformations soient acceptées par les chauffeurs et qu'elles ne génèrent pas de contraintes excessives quant à l'exploitation des véhicules.

➤ La pression des chargeurs et de l'environnement urbain

Outre son propre engagement RSE, la demande du client est l'un des premiers éléments qui peut pousser un transporteur à décarboner sa flotte. Il n'entre pas dans l'objectif de ce document d'étudier ce sujet, mais il convient de souligner que, s'il n'y a pas de demande de la part des clients, les transporteurs resteront peu incités à entamer rapidement une transformation qui présente un certain niveau d'incertitude et de risque.

À cet effet, les obligations imposées par la commande publique sont essentielles pour entamer cette transformation, soit parce que le transporteur est fournisseur du public, soit parce qu'il est fournisseur d'un fournisseur du public qui a lui-même des objectifs de décarbonation.



© Freepik

Les ZFE pourraient constituer un autre levier, basé sur la pollution atmosphérique dans les grandes agglomérations, mais les récents retours en arrière sur le sujet et l'abandon des principales ZFE ont largement diminué leur impact sur la décarbonation.

Un autre élément, encore peu traduit dans les obligations et contraintes des transporteurs, est la réduction du bruit en milieu urbain. Cet élément est un point fort de l'électricité et de l'hydrogène avec pile à combustible et pourrait impacter le transport urbain, s'il se traduit en obligations de niveau sonore à respecter.

➤ Les contraintes sur l'exploitation et l'acceptabilité

La solution électrique peut générer des contraintes pour l'exploitation, auxquelles il doit par conséquent être répondu, en raison de la masse des batteries, de leur temps de charge assez long et de l'autonomie relativement limitée qu'elles offrent. L'hydrogène n'est pas non plus exempt de contraintes, du fait des règles de sécurité à respecter, du volume pris par les réservoirs (même à 700 bars) et du nombre limité de stations de recharge. Les autres carburants (B100, HVO, GNV) ne devraient pas avoir d'impact sur l'exploitation des poids lourds dès lors que l'infrastructure adéquate aura été déployée.

La contrainte sur l'autonomie n'existe réellement que pour le transport longue distance car les batteries, dans leurs chimies actuelles, ne permettent pas une autonomie complète sur les longs trajets. Le déploiement d'infrastructures de recharge ouvertes au public permettra de lever cette difficulté dans la mesure où la charge complémentaire en itinérance pourra être alignée sur l'heure de pause des chauffeurs. Il faudra aussi qu'un marché et une concurrence suffisante se développent au niveau des constructeurs et des fournisseurs d'équipements afin de limiter les prix de vente et accroître les services complémentaires disponibles.

Le déploiement d'une infrastructure de recharge nécessite un investissement important et sa rentabilité va étroitement dépendre de la montée en charge du parc. Cette problématique du type « œuf et la poule » crée une incertitude majeure qui peut freiner le déploiement de bornes ouvertes au public par des sociétés privées, comme cela est encore le cas pour les véhicules particuliers. C'est un cercle qui peut être vertueux mais qu'il convient d'enclencher et de suivre de près pour qu'il ne soit pas bloqué.

Consciente de ce sujet, la Commission européenne a imposé aux États membres, par le règlement AFIR, le déploiement d'un réseau de recharge des véhicules le long des corridors autoroutiers européens, laissant aux États membres la liberté du choix des moyens. La France a eu recours aux certificats d'économie d'énergie à travers le programme Advenir.

Plusieurs constructeurs de poids lourds, au vu des obligations qui pèsent sur eux, se sont réunis pour regrouper leurs moyens et déployer un réseau de stations en bordure d'autoroutes. D'autres groupes pétroliers ont déjà commencé à équiper leurs aires d'autoroute de stations de recharge rapide pour les poids lourds.

En ce qui concerne l'acceptabilité par les chauffeurs eux-mêmes, les premiers retours montrent que la solution électrique est bien acceptée par eux, en raison notamment du confort apporté par le poids lourd électrique. Cependant, la peur de tomber en panne peut être un frein important et il ne faut pas négliger l'accompagnement et la formation à la conduite électrique pour en tirer tous les bénéfices.

➤ Les coûts totaux de possession (TCO)

Le critère numéro 1 de l'exploitation est le TCO : *Total Cost of Ownership* ou coût total de possession. Celui-ci est composé de l'amortissement du véhicule sur la durée de possession (en tenant compte du coût d'achat, de la valeur de revente, des taux d'intérêts et des aides à l'achat), du coût du carburant (dans lequel peut être intégré les coûts liés à l'aménagement du dépôt pour l'avitaillement ou la recharge), de l'assurance et des éventuels péages.

L'amortissement sur la durée de possession

Aujourd'hui, le parcours de vie et les valeurs de revente des poids lourds gazole sont bien documentés : achetés neuf, les véhicules sont revendus une première fois, puis une deuxième et troisième fois et finissent souvent leur vie dans un autre pays (tableau 9).

Première vie	Deuxième vie	Troisième vie	Quatrième vie
6-7 ans	4 ans	4 ans	...

Tableau 9 : Durées typiques des différentes phases de la vie d'un poids lourd.

Source : constructeurs.

Ces données sont similaires pour les poids lourds fonctionnant au HVO ou au B100, ainsi qu'au gaz.

Faute de retours d'expérience suffisants, il reste difficile de déterminer la durée de vie des véhicules électriques et encore plus celle des véhicules à hydrogène.

Il est vraisemblable que la durée de première vie sera similaire, le transporteur ayant intérêt à réinvestir dans un nouveau véhicule pour bénéficier des dernières avancées technologiques. En revanche, les troisième et quatrième vies se passeront en Europe, au moins pendant quelque temps.

L'investissement initial

L'investissement initial est une préoccupation majeure pour les transporteurs, en particulier pour les petits transporteurs qui souhaitent passer à l'électrique. Le coût initial du poids lourd est aujourd'hui usuellement de près de trois fois celui de son équivalent gazole et pèse très lourdement sur tous les transporteurs. Beaucoup n'ont pas la capacité d'investir en propre et les banques n'accordent pas facilement un crédit à des conditions raisonnables à une entreprise de moins de 10 salariés, possédant quatre poids lourds et ne présentant pas les garanties de pérennité suffisantes sur la durée d'utilisation.

Il existe des moyens pour contourner cette situation :

- l'aide publique à l'investissement, aujourd'hui absolument indispensable, pour ramener le surcoût des poids lourds électriques dans des limites acceptables²⁹ ;
- adosser le contrat d'achat à un contrat de transport de durée similaire avec un chargeur. Certains chargeurs l'acceptent mais d'autres y sont réticents, y compris les gros chargeurs qui préfèrent une remise en appel d'offres régulière de leurs contrats de transport, sur des durées courtes, un an à trois ans, pour diminuer les coûts et conserver un maximum de flexibilité ;
- passer par des loueurs professionnels qui pourront étaler le risque entre plusieurs sociétés, y compris de plus grosses, et surtout réemployer le camion si le risque s'avère, diminuant d'autant le poids de la couverture du risque dans le contrat

de location.

Aucune de ces solutions ne garantit à 100 % que chaque entreprise de transport pourra s'équiper d'un camion électrique comme elle le fait actuellement d'un poids lourd gazole. Il lui faudra, si nécessaire, différer son investissement de quelques années, en attendant que le prix des camions électriques ait suffisamment baissé, ou s'équiper d'un poids lourd utilisant un autre carburant décarboné, présentant un surcoût à l'achat plus faible, comme le B100, ou nul, comme le HVO.

29. À la fin 2025, le mécanisme des certificats d'économie d'énergie permet de réduire le surcoût d'investissement associé aux poids lourds électriques dans une proportion de 16 à 19 %, selon les cas d'usage.

6

CAS D'USAGE

Le transport de marchandises présente des cas d'usage très variés tant en termes de marchandises transportées qu'en termes de distance ou de taille des entreprises de transport. Il est difficile de résumer cette diversité en quelques situations, contrairement à ce qu'on peut faire avec le véhicule particulier.

Cependant certains cas se rencontrent plus souvent et surtout peuvent servir de base pour être extrapolés. La présente étude a retenu trois cas d'usage particuliers : le transport local pour la livraison urbaine de marchandises, le transport régional et le transport longue distance. Pour les deux premiers cas, l'étude se base sur une petite entreprise possédant quatre porteurs et pour le troisième sur une entreprise plus importante exploitant plusieurs dizaines de tracteurs sur de plus longues distances.

Plusieurs éléments entrent en compte dans le calcul du TCO : la valeur initiale du poids lourd, sa valeur de revente, la fiscalité et les aides à l'achat, le carburant, la maintenance et les assurances.

➤ Hypothèses principales retenues dans l'étude

Valeur initiale des poids lourds

Poids lourds électriques

Les batteries

Le coût des batteries représente une part majeure de la valeur du poids lourd électrique, environ 35 % pour un porteur de 16 t aujourd'hui. La valeur actuelle est de 280 €/kWh. Il s'agit là de la capacité brute de la batterie et non de sa capacité utile qui en représente au plus 90 %. Tous les constructeurs n'ont pas la même politique d'affichage des prix en la matière. Par souci d'homogénéisation, il est fait référence dans cette étude, sauf mention contraire, à la capacité brute.

Ce coût va probablement diminuer rapidement, sous la pression de la concurrence asiatique, puisqu'en Chine, le coût est déjà descendu à 100 €/MWh. Certaines barrières peuvent ralentir et atténuer, dans une certaine mesure, l'effet de cette concurrence mais les *gigafactories* européennes devront s'y adapter d'ici à 2030.

L'étude retient une trajectoire de baisse conduisant un prix asymptotique des batteries de 100 €/MWh à l'horizon 2040 (*tableau 5*). Un calcul de sensibilité a été fait en supposant de le prix des batteries se

rapprocherait du prix « asiatique » dès 2030. Il a été supposé que le prix des batteries supportant la recharge MCS ne sera pas très différent de celui des batteries acceptant aujourd'hui le CCS.

Le poids lourd hors batteries

Une marge de progression importante existe également sur le camion lui-même, hors batteries, car la chaîne de traction électrique est plus simple que la chaîne de traction thermique. Le prix du poids lourd hors batteries devrait donc diminuer au fur et à mesure de la croissance des volumes de vente et donc de production.

Il semble également que les poids lourds électriques ne donnent pas lieu aujourd'hui à des remises importantes. Or, ceci peut évoluer au fur et à mesure que les marchés prendront de l'ampleur, mais ceci n'a pas été pris en compte dans l'étude.

Poids lourds à moteurs thermiques

Ces perspectives de progrès n'existent pas pour les poids lourds au gazole, B100, HVO ou GNV, puisque les chaînes de traction sont des chaînes thermiques, modifiées dans le cas du GNV et du B100.

La norme Euro7 risque au contraire d'induire une augmentation du coût de production des poids lourds et la baisse à terme des volumes de production pourrait également en renchérir le prix. L'étude retient l'hypothèse d'une hausse modérée de 6 000 € en ce qui concerne l'impact de la norme Euro7 car l'expérience montre que les nouvelles normes plus restrictives sont souvent absorbées sans augmentation significative des coûts. La fin de vie du moteur thermique ne devrait pas non plus entraîner une augmentation des coûts : les investissements sur les poids lourds diesel diminueront à terme, réduisant leur amortissement sur les ventes.

Il est à noter par contre que les remises sur les prix catalogues de poids lourds gazole peuvent être très significatives, surtout s'il s'agit de commandes importantes passées par de grands transporteurs. Il est difficile d'avoir accès à des éléments précis. Néanmoins, ceci est pris en compte dans l'étude par l'ouverture de fourchettes sur les prix d'achat.

Poids lourds à hydrogène

Le marché des poids lourds à hydrogène n'est pas encore établi et les références de prix sont difficiles à trouver. De plus cette technique ne pourra pas bénéficier de synergies avec d'autres marchés comme ce sera le cas des batteries des véhicules électriques.

En k€ (2025)	2025	2030	2035	2040
Tracteur six packs, hors batteries	170 000 €	156 667 €	130 000 €	130 000 €
Tracteur six packs, batteries incluses	320 000 €	250 000 €	194 000 €	183 400 €
Tracteur gazole	134 à 140 000 €	140 à 146 000 €	140 à 146 000 €	140 à 146 000 €
Tracteur GNV	159 à 165 000 €	165 à 171 000 €	165 à 171 000 €	165 à 171 000 €
Tracteur HVO	134 à 140 000 €	140 à 146 000 €	140 à 146 000 €	140 à 146 000 €
Tracteur B100	137 à 143 000 €	143 à 149 000 €	143 à 149 000 €	143 à 149 000 €
Tracteur hydrogène	320 000 €	270 000 €	220 000 €	220 000 €

Tableau 10 : Hypothèses d'évolution du prix des tracteurs, hors aides à l'achat.

Synthèse

Dans chacun des cas, la durée d'amortissement retenue est de 6 ans, avec un taux d'intérêt de 4,5 %.

Le tableau 10 récapitule les hypothèses retenues. Le prix d'achat intègre les options confort dans la cabine que les chauffeurs peuvent désirer mais pas le coût des customisations des porteurs.

Valeurs de revente

La valeur de revente des véhicules à moteur thermique a été prise à 20 % de leur valeur initiale, aides à l'achat incluses. Celles du poids lourd électrique et du poids lourd à hydrogène sont moins bien connues : le marché de l'occasion n'existe pas et les coûts des poids lourds neufs et le prix des batteries va baisser.

Poids lourds électriques

La valeur de revente d'un poids lourd électrique va dépendre du taux d'usure du véhicule, de la valeur résiduelle des batteries, de la disponibilité de batteries neuves pour espérer pouvoir revendre le véhicule une seconde fois et de la valeur du véhicule équivalent neuf, dans un contexte de baisse des prix.

Le retour d'expérience sur les véhicules particuliers montre que le taux d'usure des organes mécaniques du véhicule électrique est plus faible que celui du même véhicule thermique (pas d'embrayage, de courroie de distribution, boîte de vitesses simplifiée). Ce même retour d'expérience, même s'il n'est pas complètement transposable, montre que la durée de vie des batteries est plus élevée que ce qui était anticipé initialement. Lors de la revente, après 6 ans, il devrait rester plusieurs années de durée de vie. La mise en place d'un diagnostic de la batterie par le

concessionnaire, communiqué à l'acheteur de seconde main, sera de nature à le rassurer.

Les constructeurs établis prennent, vis-à-vis de leurs clients, des engagements sur la durée et ont une politique de fidélisation. Si nécessaire, les constructeurs pourraient offrir des batteries de remplacement au delà de 10 ans dont le prix suivra à peu près la baisse du prix des batteries des poids lourds vendus neufs à la même date. Mais la durée de vie des batteries risque de rendre sans objet cette possibilité.

Dès lors, l'achat du véhicule au bout de 6 ans ne présentera pas de risque particulier pour l'acquéreur.

Le coût d'un poids lourd équivalent neuf hors batteries ne sera pas non plus significativement différent du coût d'achat initial, surtout sur la période 2025-2030. Cette baisse limitée n'aura pas ou peu d'incidence sur la valeur de revente des poids lourds après 6 ans.

Pour ces raisons, l'étude admet que la valeur de revente serait de 20 % du prix d'origine (batteries comprises), similaire à celle des poids lourds thermiques.

Poids lourd à hydrogène

Tout comme pour les poids lourds électriques, les organes mécaniques d'un poids lourd à hydrogène devraient subir moins d'usure que ceux des poids lourds thermiques. En revanche, la membrane de la PAC et les batteries internes devront à un moment être remplacées. De plus, la baisse du prix du neuf sera importante.

Cependant, l'étude maintient une valeur de rachat à 20 % du prix initial, ce qui est probablement favorable aux poids lourds hydrogène car il est vraisemblable

que la PAC ait à être changée au moment de la revente.

Incitations et fiscalité

Les aides à l'achat des véhicules zéro émission

Il est supposé que les aides aujourd'hui consenties au profit des poids lourds zéro émission verront leur montant progressivement s'effriter pour deux raisons essentielles : d'une part, la baisse des prix d'achat de ces véhicules les rendra progressivement moins nécessaires, d'autre part, la situation budgétaire de l'État rendra très probablement inévitable la poursuite et même l'amplification de l'effort d'économie dans les dépenses publiques. Au demeurant, à montant global constant des subventions, l'augmentation du nombre de véhicules neufs zéro émission conduit à baisser mécaniquement les aides à l'achat.

La vraie question est celle du rythme d'évolution de ces aides.

En ce qui concerne les aides apportées par les programmes de certificats d'économies d'énergie à l'acquisition de camions électriques et à l'équipement en infrastructures de recharge, les simulations faites ont montré que leur maintien était absolument indispensable jusqu'en 2030. Il est fait par contre l'hypothèse qu'elles pourront être réduites de 50 % en 2035, avant de disparaître avant 2040.

En ce qui concerne la déduction fiscale prévue par l'article 39 decies A du code général des impôts (ou suramortissement), la baisse retenue est progressive, à partir de l'échéance de 2035, pour l'électrique et l'hydrogène mais passe à zéro dès 2030 pour le B100 et le GNV (*tableau 11*).

	2025	2030	2035	2040
Électrique	75 %	75 %	40 %	0
Hydrogène	75 %	75 %	40 %	0
GNV	40 %	0	0	0
B100	40 %	0	0	0

Tableau 11 : Hypothèses d'évolution de la déduction fiscale prévue par l'article 39 decies A du code général des impôts pour un tracteur de poids autorisé en charge de 44 t.

IRICC

L'IRICC devrait entrer en vigueur le 1^{er} janvier 2027. Son mécanisme est résumé au chapitre 3. Il conduira à un certain lissage entre le prix des carburants traditionnels (gazole et GNV) et celui de leurs substituts décarbonés dont les coûts techniques sont sensiblement plus élevés. Cependant, du fait de l'impossibilité de répondre aux obligations de l'IRICC à partir de carburants subventionnés, il en résultera très probablement une hausse de tous les carburants. Une estimation de cet impact est faite dans les tableaux 14 et 15, mais elle reste très incertaine.

Certificats d'économie d'énergie

Le transfert vers les certificats d'économie d'énergie des aides à la transition énergétique aujourd'hui encore financées par voie budgétaire aura un impact croissant sur le prix des carburants. On considère que cet impact pourrait passer de 8 c€/l de gazole en 2025 à 13 c€/l en 2030 et se stabiliser ensuite à ce niveau.

ETS2

L'impact de l'ETS2, censé entrer en vigueur 1^{er} janvier 2028, est tout aussi difficile à évaluer. Il est prévu, dans un premier temps, qu'un mécanisme de stabilisation puisse, si nécessaire, contenir les prix des quotas de l'ETS2 en deçà du plafond de 45 €/tCO₂ en € 2020, soit 56 €/tCO₂ en € 2025. Pour les raisons explicitées au chapitre 2, il a été jugé que le gouvernement serait amené à prendre des mesures tendant à rendre plus progressif l'impact à la hausse de l'ETS2 sur le prix des carburants, en compensant les effets par une adaptation de l'accise, comme il l'a fait en son temps pour la contribution carbone avec la TICPE.

Au final, par rapport aux niveaux d'accise actuels, l'impact net de l'ETS2 sur les prix du gazole et du GNV a été supposé équivaloir à une contribution carbone additionnelle croissant progressivement à 30 €/tCO₂ en 2030, 70 €/tCO₂ en 2035 et 120 €/tCO₂ en 2040³⁰. Ce sont des hypothèses qui peuvent bien entendu être discutées.

Accises

En ce qui concerne les accises, le projet de loi de finances 2026 déposé par le gouvernement prévoyait la fin de l'accise réduite pour le B100 dès 2030 et son alignement sur le gazole.

Cette mesure a fait débat et n'a pas été retenue pour 2026. Cependant l'étude suppose qu'elle sera implémentée d'ici à 2030 et que le régime préférentiel du

30. 30 €/tCO₂ correspond à une hausse du prix du gazole à la pompe de 8,0 c€/l.

B100, notamment par rapport à l'HVO100 aura disparu à cette date.

Quant au remboursement partiel de l'accise au bénéfice des transporteurs, il a été supposé que cette mesure serait mise en extinction d'ici 2040 pour le gazole, mais subsisterait pour les carburants alternatifs et serait étendue au B100 en compensation de son assujettissement à l'accise de droit commun (tableau 12).

	2025	2030	2035	2040
Gazole	0,157 €/l	0,1 €/l	0,05 €/l	0
B100	0	0,157 €/l	0,157 €/l	0,157 €/l
HVO	0,157 €/l	0,157 €/l	0,157 €/l	0,157 €/l

Tableau 12 : Hypothèses d'évolution du remboursement partiel de l'accise sur le gazole et les biogazoles.

Prix des énergies

Les prix de l'énergie jouent bien évidemment un rôle essentiel dans le calcul des coûts totaux de possession afférents à chaque solution. Pour chaque forme d'énergie, des arguments peuvent être exposés tendant aussi bien au renchérissement de leurs prix qu'à leur détente. L'expérience du passé montre que les spéculations à la hausse n'étaient pas, sauf en périodes de crise majeure, confirmées.

Une hypothèse simplificatrice a consisté à considérer que les coûts à la production et les prix à l'importation des carburants, du gaz et de l'électricité restaient, en euros constants, à leurs niveaux de 2025.

Électricité

L'électricité utilisée pour la recharge au dépôt sera directement achetée par les transporteurs. La négociation du contrat de fourniture est un point qui préoccupe les entreprises de transport, avec les risques de possible distorsion entre petites et grandes entreprises. Cette distorsion a toujours existé dans les transports routiers de marchandises avec la mise en place par les grandes entreprises de cuves spécifiques permettant de bénéficier de prix négociés. Il est certain que la politique commerciale et les assurances que pourront donner les fournisseurs faciliteront le passage à l'acte par les transporteurs.

Des centrales d'achat, éventuellement via les organisations professionnelles, pourront peut-être

négocier des contrats-cadres qui mutualiseraient les consommations. Dans tous les cas, le transporteur devra inclure dans son prix de revient l'amortissement de l'infrastructure de recharge au dépôt.

En ce qui concerne l'électricité chargée en itinérance, il s'agira là d'un service de recharge acheté auprès d'une compagnie spécialisée. Plusieurs éléments vont intervenir dans le prix de la recharge : l'achat du foncier, l'amortissement de l'infrastructure, les bornes de recharge rapide, l'abonnement auprès du distributeur et la marge du fournisseur de service. Le prix observé en 2025 est de 0,399 € HT/kWh en itinérance. C'est ce chiffre qui est pris en compte dans l'étude. Il est jugé par les transporteurs élevé au regard du prix du gazole. Une baisse à 0,36 € HT/kWh a été décidée par l'opérateur Milence en 2026 mais il serait prématuré de dire que cette ristourne de caractère promotionnelle est pérenne.

L'étude retient en définitive une hypothèse de stabilité des prix de revient de l'électricité au dépôt et en itinérance (tableau 13). Il s'agit là de deux paramètres essentiels dont va dépendre le succès du développement de la mobilité électrique lourde. Les infrastructures de recharge et leur raccordement au réseau pèsent également de façon importante dans la formation des prix de revient. La mutualisation partielle de ces coûts, par le canal du TURPE, tant que l'infrastructure de recharge n'est pas en place, est une façon de faire participer la collectivité à l'effort national nécessaire.

L'extension à la recharge en dépôt privé de la possibilité de générer des certificats TIRUERT puis IRIIC apporterait en plus de la flexibilité face à des risques de hausse tarifaire.

L'étude n'a pas considéré le cas d'un fournisseur d'énergie qui proposerait un contrat d'électricité portant à la fois sur la fourniture au dépôt et sur la fourniture en itinérance : c'est cependant une voie à considérer, un tel contrat représenterait une innovation mais suppose une négociation entre les fournisseurs d'énergie et les exploitants de bornes de recharge.

	2025-2040
Prix électricité au dépôt (HT)	0,14 €/kWh
Électricité en itinérance (HT)	0,39 €/kWh

Tableau 13 : Hypothèses de prix de revient de l'électricité utilisée pour la recharge, en dépôt et en itinérance.

Gazole

L'étude a retenu un coût fixe du gazole en sortie de la production, mais le prix pour les transporteurs se

trouvera impacté par les variations de fiscalité et de contributions diverses décrites précédemment. Ceci conduit aux hypothèses du tableau 14.

	2025	2030	2035	2040
Litre gazole brut (HT) y compris accise niveau 2025	1,29 €	1,29 €	1,29 €	1,29 €
Impact CEE	0,08 €	0,13 €	0,13 €	0,13 €
Taux forfaitaires de remboursement accise (€/l)	0,1571 €	0,10 €	0,05 €	-
Impact ETS2 /l (€/l)	0,00 €	0,08 €	0,19 €	0,32 €
Impact IRICC (€/l)	-	0,05 €	0,10 €	0,15 €
Impact Adblue (€/l)	0,07 €	0,07 €	0,07 €	0,07 €
Net gazole (€/l)	1,28 €	1,52 €	1,73 €	1,96 €

Tableau 14 : Hypothèses d'évolution du prix du gazole.

GNV/ BioGNV

L'étude n'est pas parvenue à déterminer si les prix à la pompe du GNV d'une part, du BioGNV d'autre part, qui correspondent au même produit physique, seront amenés à se dissocier à l'avenir. Le BioGNV a un coût de production élevé (aux environs de 130 €/MWh), la ressource est limitée et sera recherchée pour

d'autres usages que la mobilité. Mais le mécanisme de l'IRICC favorisera la mutualisation des coûts avec le GNV et le surcoût du BioGNV pourra être atténué par l'effet de l'ETS2 qui impactera seulement le GNV. Finalement, l'étude retient une tendance à la hausse des coûts des deux produits avec une parité, vu du transporteur, entre les deux (tableau 15).

	2025	2030	2035	2040
GNV fossile (€/kg)	1,40 €	1,40 €	1,40 €	1,40 €
Impact BioGNV (€/kg)	-	0,14 €	0,25 €	0,25 €
Net GNV/BioGNV (€/kg)	1,40 €	1,54 €	1,65 €	1,65 €

Tableau 15 : Hypothèses d'évolution des prix de revient du GNV et du BioGNV vu du constructeur.

B100

Indépendamment de la fiscalité, le coût du B100 va être influencé par la demande, la capacité de production et la disponibilité des matières premières

pour lesquelles il sera en concurrence avec le HVO mais surtout avec les CAD.

L'étude retient comme hypothèse une augmentation progressive du prix du B100 (tableau 16).

	2025	2030	2035	2040
B100, hors accise, y compris impact IRICC (€/l)	1,11 €	1,11 €	1,21 €	1,35 €
Accise (€/l)	0,13 €	0,60 €	0,60 €	0,60 €
Taux forfaitaire de remboursement accise (€/l)	-	0,157 €	0,157 €	0,157 €
Impact Adblue (€/l)	0,07 €	0,07 €	0,07 €	0,07 €
Net B100 (€/l)	1,31 €	1,62 €	1,72 €	1,86 €

Tableau 16 : Hypothèses d'évolution du prix du B100.



HVO100

Ce produit est taxé aujourd'hui au même titre que le gazole. Tout comme le B100, il va entrer en concurrence avec les carburants d'aviation durables (CAD)

pour les matières premières et aussi pour les investissements de production.

L'étude retient une augmentation progressive du prix avec alignement sur celui du B100 (*tableau 17*).

	2025	2030	2035	2040
HVO, hors accise, y compris impact IRICC (€/l)	0,95 €	1,06 €	1,16 €	1,30 €
Accise (€/l)	0,65 €	0,65 €	0,65 €	0,65 €
Taux forfaitaire de remboursement accise (€/l)	0,157 €	0,157 €	0,157 €	0,157 €
Impact Adblue (€/l gazole)	0,07 €	0,07 €	0,07 €	0,07 €
Net HVO (€/l)	1,51 €	1,62 €	1,72 €	1,86 €

Tableau 17 : Hypothèses d'évolution du prix du HVO100.

Hydrogène

La situation actuelle montre que la baisse des coûts prévue par les promoteurs de l'hydrogène n'est pas entamée et n'aura sans doute pas lieu rapidement en raison de l'absence de développement rapide. L'étude a néanmoins retenu l'hypothèse d'une baisse

progressive des coûts, tablant sur le développement de l'hydrogène décarboné, éventuellement produit par vaporeformage du méthane suivi du captage du CO₂, pour répondre au besoin de décarbonation de l'industrie. L'impact des certificats IRICC est également pris en considération (*tableau 18*) à hauteur de 4 €/kg d'hydrogène.

	2025	2030	2035	2040
Prix hydrogène à la pompe (€/kg)	14,0 €	12,0 €	10,0 €	10,0 €
Certificats l'IRICC (€/kg)	-4,0 €	-4,0 €	-4,0 €	-4,0 €
Net prix hydrogène (€/kg)	10,0 €	8,0 €	6,0 €	6,0 €

Tableau 18 : Hypothèses d'évolution du prix de l'hydrogène carburant.

Consommations

Les consommations au km parcouru sont bien évidemment un facteur déterminant dans la formation des coûts d'exploitation relatifs à chaque solution. Ces consommations vont continuer à évoluer et des progrès techniques sont attendus dans toutes les filières. L'étude retient des hypothèses d'évolution prudentes censées refléter les consommations des véhicules à la date de leur acquisition (et non pas la consommation moyenne du parc à un horizon donné).

Une difficulté majeure réside dans le fait que les consommations sont très variables, en fonction du cas d'usage mais aussi du type de véhicule, du profil du parcours journalier et de la conduite des véhicules. Après concertation avec les acteurs associés à l'étude, les trajectoires d'évolution des consommations retenues selon les cas d'usage décrits ci-après, sont celles résumées dans les tableaux 19 à 21.

Transport local – Porteur 16 t	2025	2030	2035	2040
Électrique (kWh/km)	1,1	1,0	1,0	1,0
Gazole (l/100 km)	24,6 à 34,0	24,0 à 34	24,0 à 34,0	24,0 à 34,0
GNV (kg/100 km)	25,0 à 33,0	25,0 à 33,0	25,0 à 33,0	25,0 à 33,0
HVO (l/100 km)	24,6 à 34,0	24,0 à 34	24,0 à 34,0	24,0 à 34,0
B100 (l/100 km)	26,0 à 35,0	25,0 à 35,0	25,0 à 35,0	25,0 à 35,0
Hydrogène (kg/100 km)	7,0	7,0	7,0	7,0

Tableau 19 : Hypothèses d'évolution des consommations dans le cas du transport local.

Transport régional – Porteur 19 t	2025	2030	2035	2040
Électrique (kWh/km)	1,1	1,0	1,0	1,0
Gazole (l/100 km)	24,6 à 28,0	24,0 à 28,0	24,0 à 28,0	24,0 à 28,0
GNV (kg/100 km)	25,0 à 29,0	25,0 à 29,0	25,0 à 29,0	25,0 à 29,0
HVO (l/100 km)	24,6 à 28,0	24,0 à 28,0	24,0 à 28,0	24,0 à 28,0
B100 (l/100 km)	26,0 à 29,0	25,0 à 28,0	25,0 à 28,0	25,0 à 28,0
Hydrogène (kg/100 km)	8,5	8,5	8,5	8,5

Tableau 20 : Hypothèses d'évolution des consommations dans le cas du transport régional.

Transport longue distance – Tracteur 44 t	2025	2030	2035	2040
Électrique (kWh/km)	1,2	1,1	1,1	1,1
Gazole (l/100 km)	30,0	29,0	28,0	28,0
GNV (kg/100 km)	31,0	31,0	31,0	31,0
HVO (l/100 km)	30,0	29,0	28,0	28,0
B100 (l/100 km)	31,0	30,0	29,0	29,0
Hydrogène (kg/100 km)	8,5	8,5	8,5	8,5

Tableau 21 : Hypothèses d'évolution des consommations dans le cas du transport longue distance.

Assurances et maintenance

Les frais d'assurance sont supposés être proportionnels aux prix catalogue des véhicules, hors aides à l'achat car le coût des réparations sera basé sur cette valeur. Ce pourcentage afférent aux véhicules électriques est, en 2025, légèrement supérieur à celui applicable aux véhicules thermiques en 2025, pour refléter la situation actuelle, mais les deux sont supposés se rejoindre dès 2030.

Pour les véhicules à hydrogène, le taux reste supérieur sur toute la durée, pour refléter la situation actuelle et l'aversion au risque des assureurs (tableau 22).

	2025 - 2040
Poids lourd électrique	1,92 %
Poids lourd thermique	1,60 %
GNV	1,60 %
Hydrogène	2,40 %

Tableau 22 : Hypothèses relatives aux frais d'assurance.

Les coûts de maintenance sont calculés par rapport au nombre de kilomètres effectués par an, même si ce n'est qu'une partie de la réalité. Le taux reflète aussi la situation actuelle : un coût inférieur pour le poids lourd électrique, un surcoût pour le GNV et pour l'hydrogène.

	2025 - 2040
Poids lourd électrique	0,056 €/km
Poids lourd thermique	0,087 €/km
GNV	0,122 €/km
Hydrogène	0,122 €/km

Tableau 22 : Hypothèses relatives aux frais de maintenance.



© Freepik

➤ TCO dans le cas d'usage 1 : transport local

Ce cas d'usage correspond à la livraison urbaine par porteurs de 16 t qui parcourent une distance annuelle de 35 000 km soit environ 160 km/jour. L'entreprise a un caractère familial. Elle possède quatre poids lourds qui rentrent au dépôt en fin de journée.

Le trajet quotidien, de l'ordre de 160 km, est compatible avec un équipement en batteries limité à trois packs de 90 kWh de capacité brute par camion (capacité utile de 240 kWh). Une recharge des quatre camions en une nuit est possible avec deux bornes de 50 kW dotées chacune de deux points de charge, avec un système de pilotage. L'autonomie des véhicules est suffisante pour ne recharger qu'au dépôt, sans coût supplémentaire lié à l'itinérance. L'installation de 2x50 kW ne nécessite pas de raccordement coûteux.

Une autre solution, d'un coût équivalent, peut consister à doter le dépôt de quatre bornes de recharge de 22 kW AC chacune, si les poids lourds supportent la recharge en AC.

Dans les versions thermiques, une surconsommation liée aux trajets urbains a été prise en compte dans l'hypothèse haute de consommation. Pour l'électrique, la récupération de l'énergie au freinage est importante, même si l'étude est restée prudente sur ce point et il n'a pas été estimé nécessaire d'ouvrir une fourchette de consommation.

Le tableau 24 résume, dans le cas des différentes hypothèses de motorisation retenues, l'évolution

des coûts totaux de possession (en €2025) pour le cas d'usage du transport local.

Ces résultats montrent que, en 2025 :

- le B100 était le plus avantageux compte tenu de sa fiscalité particulièrement favorable. Mais cet avantage disparaît dès que sa fiscalité s'aligne sur celle du gazole et du HVO ;
- le gazole reste plus compétitif que l'électrique. Mais rapidement (entre 2025 et 2030), l'énergie électrique vient à l'emporter et creuse l'écart avec les autres énergies ;
- l'hydrogène ne parvient pas à combler son gap de compétitivité.

Le sous-jacent principal à cette évolution est que l'électrique va bénéficier de la baisse attendue des coûts d'achat des poids lourds rendue possible par la baisse du prix des batteries, les volumes de production et la concurrence. Cependant, dans les prochaines années et au moins jusqu'en 2030, le soutien apporté au véhicule électrique restera essentiel. Il permet vraisemblablement en 2026 d'atteindre la parité entre électrique et le gazole dans les cas qui sont les plus favorables à l'électrique. Tout relâchement sur le dispositif de soutien aurait un effet très négatif sur la migration vers l'électrique qui n'en est qu'au début de sa phase de décollage.

La poursuite de la trajectoire de l'électrique entre 2035 et 2040 est due à la disparition projetée des avantages fiscaux aux combustibles fossiles et aux aides par certificats d'économie d'énergie. Mais si l'atténuation du surcoût d'investissement constitue à court terme le prérequis essentiel, très rapidement, le facteur critique deviendra le prix de l'électricité. Les hypothèses prises quant au prix de revient de l'électricité en dépôt ne laissent aucune place pour une hausse éventuelle.

Transport local (en €/km)	2025	2030	2035	2040
Porteur 16 t trois packs batteries	1,07-1,11	0,91-0,94	0,86-0,88	0,93-0,93
Urbain gazole	0,85-1,00	0,93-1,05	0,98-1,11	1,03-1,16
Urbain GNV	0,96-1,09	1,11-1,22	1,13-1,25	1,13-1,25
Urbain HVO	0,92-1,07	0,97-1,10	0,99-1,12	1,03-1,16
Urbain B100	0,80-0,93	0,97-1,09	0,99-1,12	1,03-1,16
Urbain hydrogène	2,22-2,25	1,98-1,98	1,58-1,58	1,58-1,58

Tableau 24 : Évolution du coût total de possession dans le cas des transports locaux³¹ (en €2025).

31. Ces résultats sont calculés sur la base des coûts des carburants l'année de la mise en service et n'intègrent pas l'évolution de ces coûts pendant la durée de vie du poids lourd.

De son côté le gazole sera pénalisé par l'accroissement de la fiscalité, même si les pouvoirs publics veillent à ce qu'il reste progressif et acceptable par la profession. Les solutions alternatives (B100, HVO et BioGNV) auront du mal à émerger en raison de leurs coûts intrinsèques, malgré un traitement fiscal favorable et l'arrivée de l'ETS2. Cependant, une politique plus incisive sur la transposition de l'ETS2 pourrait améliorer leur position, ainsi que, le cas échéant, une politique commerciale incitative de la part des fournisseurs afin de promouvoir ces solutions comme solutions de transition.

➤ TCO dans le cas d'usage 2 : transport régional

Dans ce cas d'usage, le véhicule type est un porteur de 19 t, parcourant annuellement 66 000 km, soit 300 km/j en moyenne. Il est équipé de quatre packs de batteries d'une capacité brute de 360 kWh (capacité utile de 320 kWh).

L'entreprise reste de type familial. Elle possède quatre poids lourds qui rentrent au dépôt en fin de journée.

L'étude retient un scénario moyen comportant des trajets intégrant des parties d'autoroute et des parcours urbains et des retours qui peuvent être à vide.

Dans la version électrique, le trajet quotidien est compatible avec une recharge en une nuit sur une borne de 50 kW dédiée à chaque poids lourd. L'installation de 4x50 kW ne nécessite pas de raccordement coûteux. L'autonomie du véhicule permet là encore de ne recharger qu'au dépôt, sans coût supplémentaire lié à l'itinérance.

Les conclusions (tableau 25) sont assez différentes de celles dégagées dans le cas du transport urbain :

- les résultats montrent qu'un léger avantage à la propulsion électrique par rapport au gazole pouvait être acquis dès 2025. Le kilométrage annuel, très supérieur à celui retenu dans le cas du transport local, permet de mieux amortir le surcoût d'investissement du camion électrique ;
- l'écart se creuse en faveur de l'électricité dès 2030 avec la baisse attendue du prix des porteurs électriques et l'augmentation du prix de la fiscalité du gazole ;
- le B100 affiche un avantage en 2025 mais cet écart disparaît dès la suppression de l'avantage fiscal.

➤ TCO dans le cas d'usage 3 : transport longue distance

Dans ce cas d'usage, le véhicule type est un tracteur de poids total autorisé avec sa remorque de 44 t effectuant 110 000 km/an soit 500 km par jour en moyenne.

L'entreprise considérée est d'envergure plus importante et possède plusieurs dizaines de poids lourds. Si elle effectue des liaisons régulières entre métropoles, elle peut disposer de plusieurs dépôts répartis sur le territoire, dans lesquels les poids lourds peuvent passer la nuit, en dehors de leur dépôt de rattachement.

On suppose que chaque dépôt voit ainsi une vingtaine de poids lourds venir se recharger tous les soirs, qu'ils soient rattachés à ce dépôt ou qu'ils viennent d'autres dépôts.

Transport régional (en €/km)	2025	2030	2035	2040
Porteur 19 t quatre packs batteries	0,82-0,83	0,69-0,70	0,64-0,65	0,68-0,68
Porteur gazole	0,73-0,85	0,79-0,92	0,84-0,97	0,90-1,03
Porteur GNV	0,79-0,92	0,88-1,02	0,90-1,05	0,90-1,05
Porteur HVO	0,76-0,90	0,80-0,93	0,82-0,95	0,86-0,99
Porteur B100	0,69-0,81	0,80-0,93	0,83-0,96	0,86-1,00
Porteur hydrogène	1,73-1,74	1,45-1,46	1,18-1,19	1,21-1,21

Tableau 25 : Évolution du coût total de possession dans le cas du transport régional (en €2025).

Transport longue distance (en €/km)	2025	2030	2035	2040
Tracteur 44 t six packs batteries	0,82-0,83	0,71-0,71	0,67-0,67	0-70-0,70
Tracteur gazole	0,78-0,79	0,84-0,85	0,89-0,90	0,95-0,96
Tracteur GNV	0,87-0,88	0,95-0,96	0,98-0,99	0,98-0,99
Tracteur HVO	0,86-0,87	0,89-0,90	0,90-0,91	0,94-0,95
Tracteur B100	0,78-0,79	0,89-0,90	0,90-0,91	0,94-0,95
Tracteur hydrogène	1,54-1,54	1,30-1,30	1,07-1,07	1,08-1,08

Tableau 26 : Évolution du coût total de possession dans le cas des transports longue distance (en €2025).

Ce dépôt est équipé de 20 bornes de 50 kW et d'une borne de 175 kW permettant de faire face aux urgences éventuelles.

Les tracteurs sont dotés de six packs de batterie d'une capacité brute de 540 kWh (capacité utile supposée de 480 kWh) leur conférant une autonomie de 400 km (400 km à 80 km/h = 5 heures de conduite). La majorité des recharges pourront se faire en dépôt mais on estime que 25 % d'entre elles devront se faire en itinérance. Ce point est sensible car les recharges en itinérance sont plus onéreuses que les recharges en dépôt. À noter cependant que les progrès annoncés sur l'aérodynamisme, les batteries et la chaîne de traction pourraient permettre d'accroître l'autonomie de 10 % au moins dès 2030, mais cette perspective n'est pas prise en compte à ce stade.

À la différence du cas d'usage précédent, le gazole continuait à l'emporter de façon significative en 2025 sur l'électrique car la recharge en itinérance, même limitée à 25 %, pèse sur le coût total de possession (tableau 26). Cependant, dès 2030, l'électricité devient l'énergie la moins chère, à parité avec le B100, malgré le surcoût de l'électricité en itinérance.

Tests de sensibilité

En complément des calculs à la prise en compte des fourchettes de remise sur les poids lourds gazole et sur les consommations kilométriques, différents calculs de sensibilité ont été effectués. Pour plus de clarté dans la présentation, ils sont reportés ci-après dans les seules hypothèses hautes des calculs précédents mais les résultats en sont voisins dans les hypothèses basses.

Taux de recharge en itinérance

Une entreprise d'envergure limitée, qui ne disposerait que d'un seul dépôt et aurait donc recours à la recharge en itinérance pour compléter le trajet aller et l'intégralité du trajet retour, verra son TCO augmenter.

À 75 % de taux de recharge en itinérance, la rentabilité de l'électrique se détériore fortement en 2025 mais peut cependant être rétablie dès 2030 (tableau 27).

Coût des batteries

Les constructeurs chinois proposent d'ores et déjà sur leur marché intérieur des batteries dont le coût est significativement inférieur au coût des batteries produites en Europe. Dans son Global EV Outlook, l'AIE cite un coût de 85 \$/kWh en 2024, donc très inférieur aux 280 €/kWh retenu dans l'étude comme référence 2025 en Europe.

Transport longue distance	2025	2030	2035	2040
Tracteur 44 t six packs batteries	0,96 €/km	0,82 €/km	0,80 €/km	0,86 /km
Tracteur gazole	0,79 €/km	0,85 €/km	0,90 €/km	0,96 €/km

Tableau 27 : Incidence d'un taux de recharge de 75 % en itinérance sur le coût total de possession.

Transport longue distance	Prix « Europe » 2025	Prix "asiatique"	Gazole
Prix des batteries (€/kWh)	280 €/kWh	100 €/kWh	
Coût du poids lourd catalogue*	319 500 €	217 800 €	140 000 €
Coût avec aides à l'achat	258 100 €	217 800 €	140 000 €
Coût total de possession	0,83 €/km	0,79 €/km	0,79 €/km

* Installations de confort incluses

Tableau 26 : Impact du prix des batteries sur le coût total de possession 2025 (cas du tracteur longue distance).

Transport longue distance	Tracteur électrique avec péages	Tracteur électrique sans péages	Gazole
Coût total de possession	0,83 €/km	0,78 €/km	0,79 €/km

Tableau 29 : Incidence des péages sur le coût total de possession 2025 (cas du tracteur longue distance).

S'il est difficile d'importer des poids lourds conçus pour le marché chinois sans des adaptations qui les renchériraient, il est vraisemblable que le prix des batteries chinoises s'imposera sur le marché européen ou, au moins, conduira à une diminution des prix pratiqués en Europe.

Si des batteries à 100 €/kWh équipaient aujourd'hui le tracteur pris comme référence dans le cas d'usage 3, le prix « catalogue » du poids lourd électrique passerait de 320 000 € à 218 000 €. Il est évident que les aides publiques consenties aujourd'hui disparaîtraient. Pour le transporteur, le prix net d'acquisition passerait en fait de 258 000 € à 218 000 €.

Il s'ensuivrait une réduction du coût total de possession du poids lourd électrique qui passerait, dans les conditions 2025, de 0,83 €/km à 0,79 €/km, à parité avec la solution gazole (tableau 26).

Plus plausible, cependant, est l'hypothèse que le coût des batteries équipant les poids lourds européens diminue rapidement sous la pression des constructeurs asiatiques pour atteindre dès 2030 la valeur de 100 €/kWh, moins élevée que celle retenue en hypothèse de base dans l'étude (175 €/kWh).

L'utilisation de batteries produites en Asie modifierait significativement le bilan carbone du système par rapport à des batteries (y compris les cellules) produites en Europe, a fortiori en France. Cependant la pression des prix asiatiques sur les batteries va être importante et sauf relèvement des droits de douane, elle devra conduire les gigafactories à accélérer leur

mise à niveau pour rattraper rapidement l'écart de coût actuellement constaté.

Impact du coût des péages

La directive européenne 1999/62 permet aux États membres de moduler les péages dont sont redevables les véhicules lourds électriques et à hydrogène. Initialement valable jusqu'à fin 2025, cette possibilité est en passe d'être reconduite pour 5 ans, jusqu'au 30 juin 2031. Mais son application effective est laissée à la discrétion des États membres. Si une telle exonération venait à être décidée en France, par exemple lors de l'examen de la loi-cadre sur les transports, son incidence, si l'exonération était totale, sur les coûts d'exploitation d'un tracteur relevant du cas d'usage 3 serait de 10 000 €/an.

Une telle mesure de gratuité permettrait d'atteindre immédiatement la parité de l'électricité avec le gazole dans le cas 3 et de gagner ainsi plusieurs années sur le déploiement des tracteurs électriques (tableau 29).

Bien évidemment, des formules d'exonération partielle pourraient être envisagées.

Hydrogène : moteur à combustion interne ou pile à combustible

Des recherches actuelles portent sur l'adaptation à l'hydrogène des moteurs à combustion interne, pour bénéficier du savoir-faire et de l'expérience acquise depuis une centaine d'années et économiser un élément coûteux.

6. Cas d'usage

La décarbonation du transport routier de marchandises



En contrepartie la consommation est supérieure et le bilan pas meilleur car les gains sur le poids lourd sont annihilés par le moins bon rendement du moteur thermique, au moins en première approche.

Au total, les estimations faites, sur la base des éléments aujourd'hui disponibles, ne permettent de conclure que le recours au moteur à combustion améliorerait de façon significative la compétitivité de la filière des poids lourds à hydrogène.

Prix de l'électricité

Deux tests de sensibilité ont été réalisés sur le prix de l'électricité par rapport aux hypothèses de base du tableau 14.

Dans une hypothèse basse, le prix de revient de l'électricité pour le transporteur diminue sous l'influence d'une forte disponibilité, d'une politique commerciale volontariste et du développement du pilotage de la recharge de nuit au dépôt.

Le prix de l'électricité au dépôt baisse de 3 c€/kWh, passant de 0,14 €/kWh à 0,11 €/kWh et celui de l'électricité chargée dans des bornes de recharges

rapides accessibles au public baisse de 5 c€/kWh, diminuant de 0,39 €/kWh à 0,34 €/kWh.

Dans une hypothèse haute, le prix de l'électricité augmente sous la pression des investissements nécessaires pour répondre à la demande, en particulier celle des heures de pointe. L'absence de concurrence pénalise la recharge en itinérance.

Dans cette simulation, l'électricité au dépôt augmente de 3 c€/kW tandis que celle de l'électricité chargée en itinérance augmente de 5 c€/kWh.

Le tableau 30 récapitule l'impact de ces deux hypothèses sur le coût total de possession d'un tracteur dans le cas d'usage 3. Il montre la sensibilité des résultats au prix de l'électricité.

L'hypothèse basse sur les prix de l'électricité permettrait d'atteindre dès à présent la parité avec le gazole dans le cas le moins favorable du tracteur longue distance. A contrario, l'hypothèse haute creuserait l'écart en 2025 avec cependant une perspective de compétitivité qui demeure intacte à horizon 2030 et au-delà.

Transport longue distance	2025	2030	2035	2040
Électricité hypothèse de référence	0,83 €/km	0,71 €/km	0,67 €/km	0,70 €/km
Électricité hypothèse basse	0,79 €/km	0,67 €/km	0,63 €/km	0,66 €/km
Électricité hypothèse haute	0,87 €/km	0,75 €/km	0,71 €/km	0,74 €/km
Rappel TCO gazole	0,79 €/km	0,85 €/km	0,90 €/km	0,96 €/km

Tableau 30 : Sensibilité des résultats au prix de l'électricité.

7

CONCLUSIONS

Le secteur des transports lourds de marchandises entre dans une période d'évolution structurelle majeure. Le renforcement des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ par les véhicules utilitaires lourds neufs, imposé par le règlement européen 2024/1610, nécessite de recourir à des solutions permettant de réduire drastiquement les émissions des véhicules utilitaires lourds. Les objectifs sont ambitieux puisqu'il s'agit de réduire les émissions des véhicules neufs de 45 % en 2030 et de 90 % en 2040.

Pour les seuls poids lourds dédiés aux transports de marchandises (à l'exception des autobus et des autocars), l'effort de réduction est estimé à 42 ou 43 %. Il sera en partie satisfait grâce aux progrès réalisés sur les poids lourds à moteurs thermiques conventionnels mais on peut considérer que le respect de la réglementation européenne imposera que, dès 2030, au minimum 35 % des poids lourds neufs mis sur le marché soient à émissions nulles avec, en point de mire, l'objectif de 90 % pour 2040.

En 2025, les immatriculations de poids lourds à émissions nulles ont représenté, selon la Chambre syndicale CSIAM, 2,0 % des immatriculations totales, en immense majorité des poids lourds électriques. Même si le taux de croissance des immatriculations de poids lourds électriques ressort à + 33 % en 2025 par rapport à 2024, la marche à franchir pour atteindre l'objectif 2030 est très élevée et certains s'interrogent sur sa faisabilité.

Équilibre des Énergies s'est efforcé de faire le point sur quatre aspects complémentaires mais indissociables :

1. l'existence d'une offre technique de poids lourds zéro émission aux performances validées ;
2. l'existence d'infrastructures de recharge de nature à soutenir l'adoption de véhicules utilitaires lourds à émission nulle ;
3. l'incidence éventuelle des solutions à zéro émission sur les conditions de travail et d'exploitation dans les entreprises ;
4. la faisabilité économique de la transition vers le zéro émission, étant rappelé que le secteur des transports de marchandises est éclaté entre environ 60 000 entreprises dont 73 % ne possèdent que de 1 à 4 véhicules ;
5. la capacité financière des entreprises à réaliser les investissements nécessaires.

La présente étude s'est efforcée également de faire le point sur les solutions de biocarburants, liquides ou gazeux, qui, sans satisfaire à l'objectif de zéro émission *tailpipe* tel que défini par le règlement européen, contribuent néanmoins à l'objectif général de décarbonation des transports.

Sur le premier point, l'élément nouveau essentiel réside dans l'apparition, en Europe et en France, d'une offre de poids lourds électriques couvrant une gamme de besoins à présent très large : camions porteurs ou tracteurs, dotés de batteries de taille variable oscillant, en capacité brute, entre 250 et 600 kWh et offrant une autonomie allant typiquement de 250 km à 500 km. Cette mise sur le marché pouvait être anticipée compte tenu de l'évolution constatée au cours des dernières années aux États-Unis et en Chine. Elle est maintenant une réalité, tirant parti des progrès réalisés dans le domaine des véhicules particuliers et des batteries qui les équipent. Les progrès techniques – généralisation de l'essieu électrique, baisse du coût des batteries et amélioration de leurs performances – vont se poursuivre et les annonces récentes faites par les constructeurs chinois méritent la plus grande attention. Dès à présent la chimie LFP (lithium-fer-phosphate) a conquis en Chine une part importante du marché des poids lourds et la chimie sodium-ion est également annoncée par le leader des batteries CATL. Ce sont des facteurs qui viennent renforcer la confiance que l'on peut porter à l'avenir de la filière des poids lourds électriques.

A contrario, s'agissant des poids lourds à hydrogène (piles à combustible ou moteurs thermiques), il n'a pas été noté de progrès significatifs, l'offre est toujours balbutiante et le prix de l'hydrogène reste très élevé.

La question des infrastructures électriques de recharge est centrale : là encore, le progrès technique est impressionnant puisque des recharges à plus de 800 kW voient le jour. Cette question ne peut cependant pas être considérée à ce stade comme entièrement résolue. Le point positif est que les standards existent : CCS pour les bornes rapides délivrant jusqu'à 350 kW et MCS pour les bornes délivrant 1 MW ou plus. Le CCS est devenu le standard de base pour les véhicules particuliers mais intéresse également les poids lourds. Le MCS est le standard qui permettra aux poids lourds de recharger, si nécessaire, pendant leur pause obligatoire de 45 minutes après 4h30 de conduite.



Le problème est celui du déploiement des infrastructures. L'étude souligne clairement que, tant pour des raisons opérationnelles qu'économiques, la plupart des recharges de poids lourds devront se faire au dépôt des entreprises et si possible la nuit. Mais les entreprises ne sont pas aujourd'hui équipées et elles hésitent à le faire. Il faut donc continuer à les y inciter et à les y aider, comme le fait aujourd'hui le programme Advenir. Les chargeurs, les plates-formes logistiques, les ports, ont également un rôle à jouer en permettant aux camions de recharger pendant les opérations de prise en charge des marchandises.

La recharge le long des grands axes est un complément qui sera indispensable aux transports longue distance. Le règlement européen AFIR définit un cadre d'obligations auquel doivent répondre les États. Mais il doit être décliné en stratégie d'implémentation. Ceci implique que soient traités les problèmes fonciers, compte tenu de l'espace nécessaire au déploiement des poids lourds. Il faut certainement faire appel aux disponibilités qui peuvent exister sur les aires de repos, sur les aires de service ou dans les parkings sécurisés. La création d'aires de recharge publiques à proximité des sorties d'autoroute et des centres logistiques constituera également une solution complémentaire de recharge pour certains usages.

Certains problèmes opérationnels peuvent apparaître, notamment si les infrastructures de recharge sont insuffisantes, mais ils ne sont pas apparus comme critiques. Les retours d'expérience de la part des chauffeurs ayant déjà adopté l'électrique sont positifs et, si les infrastructures de recharge sont mises en place, la question de l'autonomie, centrale dans le cas des voitures particulières, peut plus difficilement être invoquée dans le cas des poids lourds, compte tenu de la réglementation à satisfaire en matière de temps de conduite et de périodes de repos.

Les problèmes clés de la migration du transport de marchandises vers des solutions décarbonées sont la rentabilité économique et le financement des investissements.

Équilibre des Énergies a étudié avec beaucoup d'attention la question des TCO (coûts totaux de possession) en croisant ses estimations avec celles d'un grand nombre de parties prenantes. Ces estimations ont été faites pour 2025 et des projections ont été faites pour 2030, 2035 et 2040. Des fourchettes ont été ouvertes dans les évaluations lorsque cela apparaissait nécessaire.

On ne voit pas aujourd'hui, contrairement à la vision que l'on pouvait avoir il y a encore trois ans, de perspectives de décollage des solutions hydrogène qui s'inscrivent trop fortement en dehors de l'épure économique. Des marchés de niche restent possibles (engins agricoles, véhicules spéciaux), mais le transport de masse semble aujourd'hui hors de portée de l'hydrogène.

S'agissant des poids lourds électriques, on peut être confiant dans le futur du poids lourd électrique, compte tenu des perspectives de progrès technique et économique sur les batteries et les camions. L'étude montre clairement que dès 2030 la solution électrique peut s'imposer, même si, progressivement, les aides publiques viennent à être réduites.

L'étude montre que ce déploiement peut s'imposer sur les trois cas d'usage étudiés d'ici à 2030, mais pour des raisons différentes :

- en urbain, le véhicule électrique bénéficie de la récupération d'énergie au freinage, du faible coût de l'électricité au dépôt et d'un coût de batteries limité compte tenu des distances parcourues. Si

la rentabilité de l'électrique est encore incertaine sur ce segment, elle s'affirmera rapidement ;

- en régional, le véhicule électrique bénéficie d'un dimensionnement bien adapté des batteries, et de la possibilité de se recharger la nuit au dépôt ou, en milieu de journée, sur une plate-forme logistique. Sa rentabilité était établie dès 2025 dans des cas d'usage assez diversifiés ;
- en longue distance, l'équation est plus difficile aujourd'hui compte tenu du prix de la recharge sur autoroute voisin de 0,4 €/kWh. Le poids lourd électrique devrait bénéficier sur ce segment du renchérissement progressif des coûts du diesel liés aux normes Euro7 mais aussi de la mise en place de l'ETS2. Comme le suggère Bruxelles, la mise en place d'un péage réduit sur les autoroutes permettrait de gagner plusieurs années sur le déploiement des tracteurs électriques. Des formules commerciales attractives de fourniture d'électricité permettraient également de coupler la recharge en dépôt à la recharge en itinérance.

Ces perspectives ne conduisent pas à mettre en cause les objectifs de décarbonation des poids lourds neufs fixés par le règlement 2024/1610. L'atteinte du premier objectif fixé pour 2030 peut s'avérer difficile, compte tenu du laps de temps très court qui subsiste. Des mesures de flexibilité peuvent s'avérer nécessaires mais il n'y a pas lieu aujourd'hui de reconsidérer la trajectoire fixée par ce règlement.

Le problème est celui du court terme et du décollage qu'il ne faut pas compromettre. L'offre de véhicules est là mais elle est chère et un poids lourd électrique coûte, avant aides de l'État, pas loin de trois fois le prix d'un poids lourd au gazole. L'État, par le canal des certificats d'économie d'énergie et du mécanisme de suramortissement, a mis en place des aides significatives. Ce soutien permet aux TCO des poids lourds électriques d'être, dans des cas d'usage spécifiques, équivalents et même légèrement plus attractifs que ceux des camions au gazole dans le cas des transports régionaux. Dans la pratique, on constate effectivement que ce sont les marchés aujourd'hui conquis par le poids lourd électrique alors que peu de transporteurs se risquent à passer à l'acte pour les longues distances. Les TCO du cas d'usage n°3 retenu dans l'étude (tracteur effectuant en moyenne 500 km par jour) sont en effet grevés par la dépense additionnelle qu'implique la recharge sur autoroute.

Du point de vue des politiques publiques, il faut continuer à ouvrir la voie à la massification du poids lourd électrique. Pour cela, il faut consolider, au moins jusqu'en 2030, les aides publiques et les renforcer sous certains aspects, notamment quant à l'aide aux infrastructures, en dépôt comme le long des grands axes. Les recommandations qui suivent font des propositions en ce sens.

Il faut également adapter la fiscalité ou ses équivalents portant sur les solutions gazole. Équilibre des Énergies est consciente du caractère sensible de la question et plaide pour une mise en œuvre progressive des dispositifs actuellement sur la table des discussions : mise en œuvre de l'EU-ETS2, IRICC, renormalisation de la fiscalité sur les biocarburants, sixième période des certificats d'économie d'énergie, loi-cadre sur les transports. Équilibre

Équilibre des Énergies invite les pouvoirs publics à opérer par paliers successifs, calibrés à des niveaux acceptables, afin d'éviter des situations de blocage dont il est difficile de s'extraire, comme ce fut le cas pour la taxe carbone en 2019.

Admettant que le surcoût d'acquisition des poids lourds électriques puisse être compensé, tant qu'il sera nécessaire, par des mécanismes appropriés, il reste le problème du financement par les petites entreprises. Des mécanismes de garantie pourraient être mis en place, sur la base de financements issus du Fonds social pour le climat, ainsi que l'article 7 du règlement 2023/955 en ouvre la possibilité.

La question du prix de l'électricité, ne doit pas être éludée. Elle relève des rapports commerciaux entre fournisseurs et entreprises, mais la fiscalité et les actes dérivés (accise sur la recharge sur autoroute, allocation de certificats TIRUERT puis IRICC pour la recharge en dépôt privé) devraient conforter la compétitivité de l'électrique. De plus, la modulation du prix des péages autoroutiers, rendue possible par la directive Eurovignette pour les poids lourds zéro émission et déjà mise en œuvre en Allemagne et en Suisse, pourrait favoriser son développement.

Si le point de vue industriel ne constituait pas la finalité première de l'étude, il convient néanmoins de garder à l'esprit le développement possible d'une offre de véhicules chinois à des prix très bas qui pourrait mettre en péril une partie de l'appareil industriel européen. La meilleure solution consiste probablement à accélérer le déploiement des poids



© Freepik

lourds électriques européens pour amortir au plus vite les coûts fixes des usines de production et tenter de résister ensuite à la concurrence chinoise. La mise en place d'un contenu local européen minimal ne pourrait aller que dans le bon sens et pourrait accompagner la définition de flexibilités sur l'atteinte de l'objectif 2030, si celles-ci s'avéraient nécessaires.

Enfin, il ne faut pas oublier que **la route électrique**, aujourd'hui en cours d'expérimentation, offre des perspectives à plus long terme qui permettraient d'éviter d'avoir à embarquer des tonnages importants de batteries sur les poids lourds longue distance. Elle ne pourra cependant se développer que si une solution technique commune existe à l'échelle européenne et si la question du financement initial est résolue.

Si le développement des poids lourds électriques doit constituer l'un des axes majeurs de la politique d'électrification de notre économie, il se fera, de toute façon, de manière progressive, alors qu'il y a urgence à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à relâcher la pression qui pèse sur notre

souveraineté économique et stratégique liée à la dépendance aux hydrocarbures.

Dans cette optique, **les biogazoles et le BioGNV ont leur place en tant qu'énergies de transition**, avec, à terme, la possibilité de servir de façon durable certains marchés pour lesquels la solution électrique serait inadaptée. Cette place ne doit pas cependant pas entraver le déploiement des poids lourds électriques : la neutralité technologique doit conduire à baisser progressivement les aides qui leur sont accordées. Il y a lieu de veiller à ce que leur développement ne détourne pas durablement l'usage de certaines ressources en biomasse que l'on sait limitées vers des usages pour lesquels des solutions électriques existent alors qu'elles sont inaccessibles à des secteurs comme l'aérien et le maritime. À cet égard, le cheminement industriel de l'HVO100 sera intéressant à suivre, et à encadrer si nécessaire : précurseur de la filière industrielle des carburants durables pour l'aviation (SAF), il peut lui servir de tremplin pour son démarrage, à condition qu'à terme un basculement se fasse entre les débouchés routiers et aériens.

8

RECOMMENDATIONS

➤ Les mesures de politique générale

Quelle position pour la France sur le règlement européen relatif aux véhicules utilitaires lourds ?

Le règlement impose une réduction de 90 % des émissions des véhicules lourds neufs par rapport à 2020, ce qui implique de commercialiser très majoritairement des poids lourds électriques.

L'offre actuelle de poids lourds et ses perspectives, ainsi que le lancement du déploiement des infrastructures de recharge associées, sont des signaux encourageants qui rendent crédible l'objectif de 2040.

Recommandation n°1 (règlement relatif aux véhicules utilitaires lourds – Europe)

- Confirmer l'objectif 2040 de réduction de 90 % des émissions de CO₂ par les véhicules lourds.

Toutefois, le premier jalon de 2030 (- 45 % de réduction des émissions dont -15 % environ peuvent être qualifiés de « tendanciels ») sera difficile à atteindre, bien que les constructeurs aient déployé une première offre de poids lourds électriques.

Il impose une part de véhicules électriques dans les immatriculations de poids lourds en 2030 d'au moins 35 % et donc le maintien d'une politique d'incitation forte de la part des pouvoirs publics.

Recommandation n°2 (règlement relatif aux véhicules utilitaires lourds – Europe)

- Confirmer l'objectif de - 45 % en 2030 mais réaffirmer la volonté des pouvoirs publics d'accompagner et soutenir la transition des poids lourds électriques, en maintenant à minima les aides aux transporteurs à leur niveau actuel et en étendant le soutien apporté au développement des infrastructures de recharge.
- Si des mesures de flexibilité dans l'atteinte de l'objectif 2030 s'avéraient nécessaires, elles devraient s'accompagner d'exigences sur le contenu européen des fabrications.

Biocarburants et biogaz : des énergies de transition

Même si la méthodologie retenue par le règlement CO₂ ne valorise pas les biocarburants et le biogaz, ces solutions ont un intérêt climatique, en substitution au gazole. Toutefois, les poids lourds utilisant ces énergies seront amenés à s'effacer progressivement devant l'électrique, sauf usages spécifiques dont l'électrification est plus difficilement réalisable (aviation, maritime). Il est donc recommandé d'adopter un message clair sur le caractère « de transition » de ces énergies dans le transport routier de marchandises.

Ces solutions doivent être soutenues raisonnablement, et traitées équitablement entre elles.

Recommandation n°3 (article 39 decies A du code général des impôts – législatif)

- Réviser le soutien apporté par la déduction exceptionnelle assise sur la valeur des biens acquis neufs qui, aujourd'hui, apporte un soutien financier plus important aux poids lourds à faibles émissions qu'aux poids lourds à zéro émission.



Recommandation n°4 (articles L312-35, L312-53, L. 312-79 du code des impositions sur les biens et services – législatif)

- Faire évoluer progressivement la fiscalité des filières de biocarburants, conformément aux orientations de l'article 130 de la loi Climat et résilience.
- Réserver le remboursement partiel de l'accise sur les biogazoles à ceux dont les bilans énergétiques et carbone sont vertueux.
- Créer une possibilité de remboursement partiel de l'accise sur l'électricité pour les recharges effectuées en itinérance.

Recommandation n°5 (PJJ DDADUE – législatif)

- Intégrer des objectifs de verdissement de la filière GNV dans le mécanisme d'incitation à la réduction de l'intensité carbone des carburants (IRICC).
- Faire en sorte que les objectifs de verdissement des filières gazole et GNV soient remplis uniquement grâce à l'incorporation d'énergies renouvelables dont la production n'aura pas été subventionnée par l'État.

La structuration de la filière HVO100 est un choix qui permettra de réorienter ultérieurement l'outil industriel vers la production de carburants d'aviation durables.

Recommandation n°6 (SNBC3 – réglementaire)

- Expliciter dans la SNBC3 le rôle de la filière HVO100 dans la décarbonation des transports routiers en tant que solution de transition

➤ Les mesures économiques à destination des transporteurs pour favoriser le déploiement des poids lourds électriques

Mobiliser les fonds de l'EU-ETS 2 pour soutenir la transition vers les poids lourds électriques

L'entrée en vigueur de l'EU-ETS 2, prévue pour le 1^{er} janvier 2028, va renchérir le coût des énergies fossiles (gazole, GNV) utilisés par les poids lourds. Une attention toute particulière doit être portée sur l'acceptabilité de sa mise en place, notamment pour permettre aux transporteurs de conserver des capacités d'investissement.

Recommandation n°7 (Europe)

- Soutenir l'introduction effective de l'EU-ETS 2 à compter de 2028 au plus tard, ainsi qu'il est prévu actuellement, mais en gardant une progressivité dans sa mise en place compatible avec les contraintes économiques pesant sur le secteur des transports de marchandises.

En parallèle, l'EU-ETS 2 offrira à l'État des ressources nouvelles aux États membres qu'ils devront flécher vers des actions en faveur de la décarbonation, mais sans qu'il existe une règle précise sur une restitution, partielle ou totale, des sommes aux secteurs contributeurs.

Recommandation n°8 (politiques publiques)

- Les fonds prélevés par le canal de l'ETS2 sur les transporteurs devront être majoritairement redirigés vers des actions destinées à faciliter le passage aux poids lourds électriques par les transporteurs.

Le coût d'acquisition

Avec les certificats d'économies d'énergie (CEE), les poids lourds électriques bénéficient d'un soutien à l'acquisition dédié. En parallèle, le dispositif du suramortissement constitue un soutien pour les poids lourds zéro émission et à faibles émissions.

Toutefois, ces deux dispositifs arriveront à échéance à la fin de l'année 2030. Selon l'évolution de la décarbonation des poids lourds, le soutien à l'acquisition des poids lourds électriques pourrait être maintenu.

Recommandation n°9 – (article 39 decies A du code général des impôts – loi de finances ; dispositif à définir selon prolongement des CEE – réglementaire ; crédits carbone)

- Prolonger le soutien à l'acquisition des poids lourds électriques au moins jusqu'en 2030 et si nécessaire au-delà.

Le financement de l'investissement initial constitue également un frein important à la massification des poids lourds électriques.

Cette question est d'autant plus complexe qu'elle est liée à des relations commerciales avec d'autres acteurs (établissements bancaires et sociétés de location) qui font des choix pragmatiques pour assurer leur équilibre économique.

Recommandation n°10 (législatif)

- Créer une caisse de garantie mutuelle, abondée par l'EU-ETS 2 (cf. supra), permettant de « dérisquer » le financement, par des organismes de prêts ou de location, de l'acquisition de poids lourds électriques par les petits transporteurs.

Recommandation n°11 (article 39 decies A du code général des impôts – législatif)

- Maintenir la déduction fiscale au profit des poids lourds zéro émission au moins jusqu'en 2030 et si nécessaire au-delà (complément à la recommandation n° 3).

Recommandation n°12 (CEE – réglementaire)

- Maintenir au moins jusqu'en 2030 et si nécessaire au-delà, les aides apportées par les fournisseurs d'énergie via le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE).

Recommandation n°13 (– réglementaire)

- Développer une fiche crédits carbone adaptée à l'achat des poids lourds dans le cadre du Label Bas Carbone (LBC).

Le coût d'exploitation

La recharge en dépôt

La recharge en dépôt est appelée à représenter la majorité des recharges. Dès lors, faire en sorte qu'elle soit la moins onéreuse est une priorité.

Aujourd'hui, la taxe incitative relative à l'utilisation de l'énergie renouvelable dans les transports (TIRUERT), qui sera remplacée au 1^{er} janvier par l'IRICC, permet de soutenir économiquement la recharge ouverte au public. Une disposition similaire pourrait s'appliquer pour la recharge en dépôt au bénéfice des transporteurs.

Recommandation n°14 (PJM DDADUE – législatif)

- Intégrer les transporteurs aux acteurs économiques pouvant vendre des certificats de réduction de l'intensité carbone des carburants (IRICC).

Soutenir l'usage de poids lourds zéro émission sur les longues distances.

Le transport de marchandises sur de longues distances est le segment le plus difficile à adresser compte tenu des surcoûts liés à l'autonomie (coût acquisition, coût de la recharge). La directive Eurovignette ouvre la voie à une tarification différenciée aux péages en fonction des émissions de gaz à effet de serre des véhicules.

Recommandation n°15 (politiques publiques)

- Activer, à un niveau à déterminer, la modulation de la tarification des péages pour les poids lourds zéro émission

Le coût des assurances

Les gestionnaires de flotte font état de refus d'assurer ou de prix trop chers motivés par les risques d'incendie et les questions de réparabilité batteries, les experts demandant des remplacements systématiques.

Recommandation n°16 (politiques publiques)

- Lancer une mission d'évaluation du coût additionnel des sinistres sur poids lourds électriques, en vue de préconiser, s'il y a lieu, des mesures correctrices aux assureurs et aux constructeurs.

➤ Faciliter le déploiement des infrastructures de recharge pour l'itinérance

La recharge chez les chargeurs

Le foncier des chargeurs et des plates-formes logistiques constitue des emplacements pertinents pour permettre une recharge d'appoint pour des poids lourds.

Recommandation n°17 (code de la construction et de l'habitation – législatif)

- Créer une obligation de déploiement de bornes de recharge par les plates-formes logistiques.

Recommandation n°18 (CEE – réglementaire)

- Mettre en place un soutien spécifique, via le programme CEE Advenir, au profit des infrastructures de recharge chez les chargeurs de nature à favoriser le recours aux transports électriques.

Recommandation n°19 (PJJ DDADUE – législatif)

- Intégrer les chargeurs aux acteurs économiques pouvant vendre des certificats de réduction de l'intensité carbone des carburants (IRICC).

La recharge ouverte au public

Le développement de la recharge ouverte au public est un déterminant de la réussite de l'électrification du transport routier de marchandises longue distance. En avance de phase, les acteurs de la recharge se sont mobilisés pour faire émerger les premières stations malgré une demande faible.

Le modèle concessif des autoroutes a montré son intérêt pour amortir dans le temps des investissements importants. Toutefois, les concessionnaires autoroutiers ne peuvent pas contractualiser l'exploitation d'une sous-concession au-delà de 15 ans, soit une durée qui ne correspond pas à la réalité de l'amortissement de ce type d'investissement.

Recommandation n°20 (article R. 122-42 du code de la voirie routière – réglementaire)

- Supprimer le plafond de 15 ans prévu par le code de la voirie routière pour les contrats de sous-concession afin d'aligner le régime des autoroutes concédées sur celui des autoroutes non concédées.

Pour faciliter l'installation de nouvelles stations, une partie importante des frais de raccordement a été prise en charge, jusqu'au 31 décembre 2025, par le gestionnaire du réseau de distribution d'électricité.

L'efficacité de cette mesure fait débat. À défaut d'être reconduite, il est nécessaire de mettre en place des mesures de soutien et de les étendre aux aires de repos.

Recommandation n°21 (article 64 de la loi d'orientation des mobilités – législatif)

- En appui aux schémas directeurs de déploiement des infrastructures de recharge sur les aires de service, mettre en place à compte des mesures de soutien assurant le relais à la prise en charge par le TURPE de 75 % des frais de raccordement.
- Étendre les mesures adoptées pour les aires de service aux aires de repos sur voies rapides et aux extensions de puissance sur les voies rapides.

Enfin, le prolongement du soutien aux opérateurs de recharge ouvert au public par la vente de certificats dans le cadre de l'IRICC (cf. supra) est l'occasion de continuer de soutenir le modèle économique des infrastructures de recharge ouvertes au public.

Recommandation n°22 (PJJ DDADUE – législatif)

- Prolonger la possibilité pour les opérateurs de recharge ouverte au public de vendre des certificats de réduction de l'intensité carbone.

Recommandation n°23

Les expérimentations sur la route électrique arrivent à leur terme et présentent des résultats positifs.

- Faire le bilan des expérimentations engagées sur la route électrique et préparer la phase suivante de leur développement, sous forme de projets de plus grande ampleur pouvant être soutenus au niveau européen.



Équilibre des Énergies
10, rue Jean Goujon - 75008 Paris - France
T. + 33 (0)1 53 20 13 70

