



La décarbonation du transport routier de marchandises

Les poids lourds de transport de marchandises sont aujourd'hui, à 96,9 %, alimentés au gazole¹. Il se pose donc un problème majeur de conversion vers des solutions décarbonées. Équilibre des Énergies fait le point et analyse notamment la place que prendront les camions électriques dans les prochaines années.

Jean-Pierre Hauet, Servan Lacire et Olivier Lagrange,
Équilibre des Énergies

Avec le concours de **Dominique Auverlot,**
ingénieur général des Ponts et Chaussées.

1. Au 1^{er} janvier 2025. Source : SDES.

Assurant plus de 86 % (en t.km) de l'ensemble du transport de marchandises en France (2023), les poids lourds de transport de marchandises ont été responsables en 2024 comme en 1990 de l'émission de 26,6 Mt de CO₂². Sans préjudice des efforts visant à développer les transports par voie maritime et ferroviaire et à améliorer l'efficacité du système logistique, la décarbonation de ce trafic est un impératif. La migration vers le biogaz (BioGNV) a été amorcée mais les véhicules ainsi équipés ne représentent que 2 % du parc en circulation. Le développement des biogazoles mérite également attention, mais les véhicules roulant au B100 ou à l'HVO100 ne représentent aujourd'hui que 1 % du parc total. L'hydrogène a également été envisagé³, avant d'accuser un retard de développement important. Pour chacune de ces solutions, des contraintes fortes viennent limiter les perspectives de développement.

De son côté, la solution électrique par batteries commence 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 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 européenne⁴ : 45 % de réduction des émissions à partir de 2030 (l'objectif était auparavant de 30 %) et 90 % à partir de 2040. 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 atteindre l'objectif 2030, il faudra qu'à cette date, au moins 35 % des poids lourds nouvellement immatriculés soient zéro émission.

Les équipements de recharge au standard MCS (Mégawatt 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.



Photo 1 : Borne de recharge MCS Alpitronic présentée au salon Solutrans 2025.

Cinq critères d'analyse

Le secteur des transports lourds de marchandises entre ainsi dans une période d'évolution structurelle majeure. Équilibre des Énergies a dressé un bilan précis de la situation et a fait le point de la décarbonation des poids lourds sous cinq aspects complémentaires :

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 ;

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 des entreprises à financer les investissements nécessaires.

L'étude n'a pas cherché à produire de nouveaux bilans en CO₂. De nombreux travaux leur sont déjà consacrés, avec des résultats souvent dispersés. Il est simplement rappelé que le règlement CO₂ des véhicules utilitaires lourds ne s'intéresse qu'aux émissions à l'échappement et donne la priorité aux véhicules zéro émission, électriques ou hydrogène.

Les hypothèses clés

Partant de la situation en 2025, l'étude s'est projetée aux horizons 2030, 2035 et 2040 pour lesquels diverses hypothèses ont été faites.

Sur le prix des énergies, il n'a pas été supposé que leurs coûts hors taxe évolueraient par rapport à 2025. L'essentiel des hypothèses porte sur la fiscalité et les 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 prudentes ont été faites sur l'impact de la transformation de la TIRUERT⁵ en IRICC⁶ au 1^{er} janvier 2027 et sur l'extension possible du système européen de quotas d'émissions dans le domaine des transports (EU-ETS2) à compter du 1^{er} janvier 2028. Sur l'EU-ETS2, non encore transposé en droit français, il a été ainsi supposé que

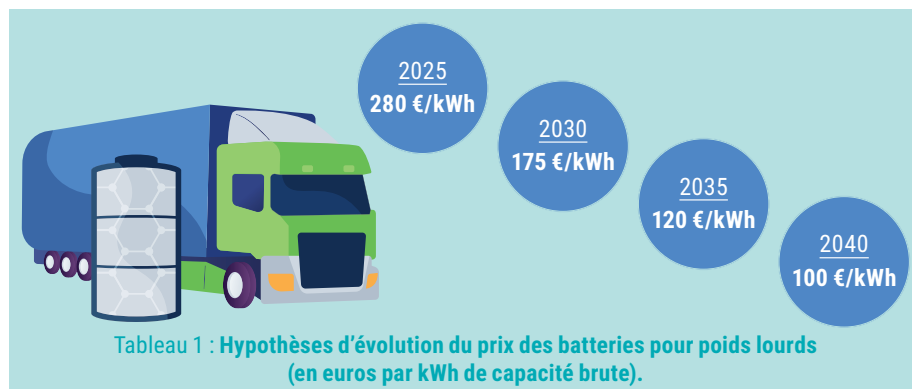


Tableau 1 : Hypothèses d'évolution du prix des batteries pour poids lourds (en euros par kWh de capacité brute).

2. Source : rapport CITEPA (Secten).

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

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

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

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

Poids lourd de type tracteur	2025	2030	2035	2040
Coût moyen du poids lourd gazole	120 000 €	126 000 €	126 000 €	126 000 €
Coût moyen du poids lourd électrique, hors batteries, hors option 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, à hauteur de 20 000 € dans les calculs de TCO présentés plus loin.

Tableau 2 : 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.

son impact net équivaldrait en 2030 à une charge additionnelle de 30 €/t de CO₂ soit 8 c€/litre de gazole.

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 reste très élevé. Sur ce point, les constructeurs chinois font état, dès 2025, de prix très inférieurs. L'hypothèse a été faite que les prix européens rejoindraient progressivement ces niveaux de prix selon la trajectoire des tableaux 1 et 2.

Il est possible, compte tenu de la concurrence internationale, asiatique en particulier, que ces évolutions soient plus rapides. 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 réduites au-delà de 2030, au fur et à mesure de la diminution des coûts d'investissement dans les poids lourds électriques.

Trois familles de cas d'usage

Trois familles de cas d'usage ont été distinguées dans l'étude :

- **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 sont 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 proposition variable, supposée être en moyenne de 25 %.

Conclusions

Disponibilité des véhicules et des équipements

Une offre de poids lourds électriques, couvrant une gamme de besoins à présent très large, est apparue en France. Cette arrivée, annoncée par l'évolution constatée aux États-Unis et surtout en Chine, est maintenant une réalité, tirant parti des progrès réalisés dans le domaine des véhicules particuliers et des batteries. Les progrès techniques





– généralisation de l'essieu électrique, baisse du coût des batteries et amélioration de leurs performances – vont se poursuivre, les annonces récentes faites par les constructeurs chinois le confirment.

A contrario, s'agissant des poids lourds à hydrogène, il n'a pas été noté de progrès significatifs, l'offre reste balbutiante et le prix de l'hydrogène très élevé.

Disponibilité des infrastructures

Le CCS (*Combined Charging System*) 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, à une puissance pouvant aller jusqu'à 800 kW, 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. Les chargeurs, les plates-formes logistiques, les ports, ont également un rôle à jouer.

La recharge le long des grands axes est un complément indispensable aux transports longue distance. Le règlement européen AFIR⁷ doit être décliné en stratégie d'implémentation. Ceci implique que soient traités les problèmes

fonciers en faisant appel aux disponibilités existant dans les aires de repos, les aires de service ou les parkings sécurisés. La création d'aires de recharge publiques à proximité des sorties d'autoroute et des centres logistiques constituera une solution complémentaire pour certains usages.

Les conditions d'exploitation

Les problèmes opérationnels 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.

Aspects économiques et financiers

Le problème clé de la migration du transport de marchandises vers des solutions décarbonées est la rentabilité économique et le financement des investissements.

Des estimations précises des TCO (*Total Cost of Ownership* ou coût total de possession) ont été faites pour 2025 et des projections pour 2030, 2035 et 2040. Les tableaux ci-dessous résument, en €2025, les conclusions auxquelles elles ont conduit.

On ne voit pas aujourd'hui de perspectives de décollage des solutions

hydrogène qui sortent trop fortement de l'épure économique. Des marchés de niche restent possibles mais le 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. Les résultats montrent que dès 2030 la solution électrique peut s'imposer.

Ce déploiement peut s'imposer sur les trois cas d'usage étudiés, même si, en longue distance, l'équation est plus difficile aujourd'hui compte tenu du prix de la recharge sur autoroute (environ 0,40 €/kWh). Le poids lourd électrique devrait bénéficier sur ce segment du renchérissement progressif des coûts du diesel liés à la norme Euro7 mais aussi de la mise en place de l'EU-ETS2. L'institution d'un péage réduit sur les autoroutes permettrait de gagner plusieurs années sur le déploiement des tracteurs électriques.

Ces perspectives, associées aux gains d'efficacité énergétique du moteur thermique, n'incitent pas à remettre en cause les objectifs de décarbonation des poids lourds neufs fixés par le règlement CO₂ des véhicules utilitaires lourds, même si l'atteinte du premier objectif fixé pour 2030 peut s'avérer difficile. 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 est chère. L'État a mis en place des aides significatives. Ce soutien permet aux TCO des poids lourds électriques d'être, dans de nombreux cas, équivalents et même légèrement plus attractifs que ceux des camions au gazole. Mais cette suprématie est naissante.

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.

7. Alternative Fuel Infrastructure Regulation.

Transport local (€/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.

Transport régional (€/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	0,90-01,05
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.

Transport longue distance (€/km)	2025	2030	2035	2040
Tracteur 44 t six packs batteries	0,83-0,83	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.

- Il faut également adapter la fiscalité ou ses équivalents portant sur les gazoles. La question est sensible, Équilibre des Énergies 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 –, 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.
- Le financement des camions par les petites entreprises reste un problème difficile. 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 instituant un Fonds social pour le climat 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 devrait mieux contribuer à la compétitivité de l'électrique.
- De plus, la modulation du prix des péages autoroutiers, prévue par la directive 2022/362 portant la taxation des véhicules pour l'utilisation de certaines infrastructures, dite Eurovignette, pour les poids lourds zéro émission et déjà mise en œuvre

en Allemagne et en Suisse, pourrait favoriser son développement.

- Du point de vue industriel, il convient de garder à l'esprit le développement possible d'une offre de véhicules chinois à des prix très bas qui pourrait mettre en péril l'appareil industriel européen. La meilleure solution consiste probablement à accélérer le déploiement des poids lourds électriques pour amortir au plus vite les coûts fixes des usines de production européennes et tenter de résister ensuite à la concurrence chinoise.
- 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.
- 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 la dépendance aux hydrocarbures importés. 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 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, il peut lui servir de tremplin pour son démarrage, à condition qu'à terme un basculement se fasse entre les débouchés routiers et aériens au profit de ces derniers. ●