

Joint statement

Mars 2025

Décarboner le transport routier de marchandises

Sylvain Chassang, Antoine Lopes, Aurélien Saussay, Katheline Schubert, **CAE**
Monika Schnitzer, Ulrike Malmendier, Milena Schwarz, Achim Truger, Martin Werding, **GCEE**

La décarbonation du transport de marchandises est essentielle pour atteindre les objectifs climatiques de l'UE car ce secteur reste l'un des principaux émetteurs de gaz à effet de serre. Malgré des politiques ambitieuses telles que le Pacte vert pour l'Europe et l'initiative « Fit-for-55 », les réductions d'émissions du secteur des transports accusent un retard, plus encore le transport routier de marchandises en raison de sa forte dépendance aux camions diesel. Sans une action décisive, les émissions des transports devraient continuer à augmenter, ce qui en fera l'un des secteurs les moins performants.

Les liens économiques étroits entre la France et l'Allemagne créent d'importants flux de transport transfrontaliers, entraînant des externalités partagées et des défis politiques communs. Une coordination de leurs stratégies renforcerait les politiques nationales, améliorerait l'interopérabilité des infrastructures et accélérerait l'harmonisation réglementaire à l'échelle de l'UE.

Le report modal, la réduction de la demande et l'amélioration de l'efficacité du transport de marchandises peuvent contribuer à réduire les émissions, mais des contraintes structurelles et opérationnelles limitent leur capacité à décarboner à grande échelle à court et moyen terme. L'approche la plus efficace consiste à se concentrer sur la réduction des émissions du transport routier lui-même. Les camions électriques à batterie s'imposent comme la technologie de référence, avec des avancées rapides en matière de performances des batteries et une baisse des coûts. Cependant, des défis subsistent, notamment le déploiement de l'infrastructure de recharge, l'adaptation des opérations logistiques et la capacité du réseau à supporter une forte charge. Nous recommandons un soutien public ciblé pendant la phase de montée en puissance afin d'accélérer le déploiement de réseaux de recharge rapide le long des principaux axes routiers et dans les dépôts privés et permettre aux opérateurs de flotte d'investir en toute confiance. Le renforcement de la R&D européenne en matière de performance des batteries, de technologies de recharge rapide et de substitution des matières premières critiques sera également essentiel. Parallèlement, la réglementation européenne (AFIR) devra être régulièrement réévaluée afin que le déploiement des infrastructures soit en phase avec les évolutions technologiques et la demande réelle du marché.

Le transport ferroviaire peut et doit jouer un rôle dans les efforts de décarbonation du secteur. Compte tenu de la fragmentation actuelle des réseaux ferroviaires européens et des contraintes logistiques, il est essentiel de cibler les flux pour lesquels le rail est pertinent, notamment les corridors à fort trafic et les échanges transfrontaliers. Investir dans l'interopérabilité à l'échelle européenne est essentiel pour rendre le rail plus fiable et attractif.

L'UE doit veiller enfin à la mise en place d'incitations économiques suffisantes pour abandonner le diesel, en adoptant un cadre harmonisé d'internalisation des coûts externes du transport de marchandises, en modulant notamment le tarif des péages des camions en fonction des émissions de carbone.

Introduction

Les transports : un secteur à la traîne

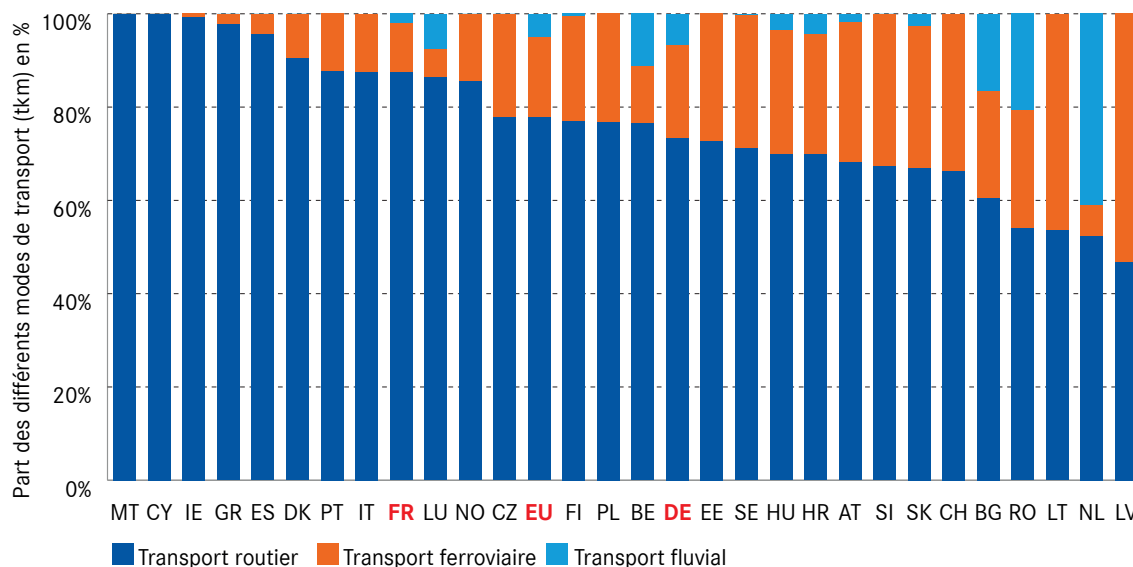
L'UE et ses États membres, signataires de l'Accord de Paris, se sont fixé pour objectif de limiter l'augmentation de la température mondiale à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels d'ici la fin du siècle. Le Green Deal européen de 2019 réitère cet objectif, avec pour but d'atteindre la neutralité climatique d'ici 2050 (Commission européenne, 2023a). Le plan se veut exhaustif et couvre un large éventail d'actions dans tous les secteurs de l'économie. Le paquet « Fit for 55 » fixe un objectif intermédiaire ambitieux : une réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'au moins 55 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990. Les principales mesures comprennent un système d'échange de quotas d'émission renforcé (EU ETS II), des objectifs en matière d'énergies renouvelables, des mesures d'efficacité énergétique et des normes d'émission de CO₂ pour les véhicules. En 2023, les émissions étaient inférieures de 37 % aux niveaux de 1990, mais les progrès restent insuffisants. Les politiques actuelles ne devraient permettre qu'une réduction de 43 % d'ici à 2030, qui passerait à 49 % avec des mesures supplémentaires, ce qui reste en deçà de l'objectif de 55 %¹.

Le secteur des transports reste un défi majeur en matière de réduction des émissions, puisqu'il représentait 29 % des émissions de GES de l'UE en 2022 (T & E, 2024a). Son rythme de réduction est environ trois fois plus lent que celui des autres industries, preuve de la difficulté du secteur à opérer sa transition. Le transport de marchandises joue un rôle prépondérant dans cette dynamique puisqu'il représente plus de 30 % des émissions de CO₂ du secteur (Commission européenne, 2023a). Sans une intervention politique urgente et un changement technologique accéléré, les émissions du transport pourraient atteindre 44 % du total de l'UE d'ici 2030, selon Transport & Environment. Cette tendance est évidente en France et en Allemagne. En 1990, les transports représentaient 22,9 % des émissions totales de GES de la France, contre 34,0 % en 2023, ce qui en fait le secteur le plus émetteur avec 127 Mt CO₂ eq². En Allemagne, la part des transports dans les émissions totales est passée d'environ 13 % en 1990 à 21,6 % en 2023 (155 Mt CO₂ eq).

Les émissions élevées du transport de marchandises peuvent être attribuées en grande partie à la prédominance du transport routier. Selon Eurostat, en 2022, le fret routier représentait 77,8 % du trafic total de marchandises dans l'UE (en tonnes-kilomètres, tkm), avec des parts plus élevées en France (87,4 %) qu'en Allemagne (73,4 %) (Figure 1). Malgré les efforts déployés pour promouvoir le fret ferroviaire en tant qu'alternative plus durable, sa

Figure 1. Répartition modale du transport intérieur de marchandises en Europe en 2022

Le transport routier de marchandises prédomine dans la plupart des pays européens



Notes : Délimitation selon le principe territorial. Comprend le volume total de transport de marchandises sur le territoire du pays effectué par des ressortissants nationaux et étrangers (y compris le transport de marchandises transfrontalier et le trafic de transit). MT-Malte, CY-Chypre, IE-Irlande, GR-Grèce, ES-Espagne, DK-Danemark, PT-Portugal, IT-Italie, FR-France, LU-Luxembourg, NO-Norvège, CZ-République tchèque, UE-Union européenne (27), FI-Finlande, PL-Pologne, BE-Belgique, DE-Allemagne, EE-Estonie, SE-Suède, HU-Hongrie, HR-Croatie, AT-Autriche, SI-Slovénie, SK-Slovaquie, CH-Suisse, BG-Bulgarie, RO-Roumanie, LT-Lituanie, NL-Pays-Bas, LV-Lettonie. Données estimées pour la Belgique, la Suisse et l'Union européenne.

Source : Eurostat 2024.

¹ European Environment Agency (2024a) : *Trends and projections in Europe 2024*.

² Citepa (2024) : *Émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France | 1990-2023*.

Décarboner le transport routier des marchandises

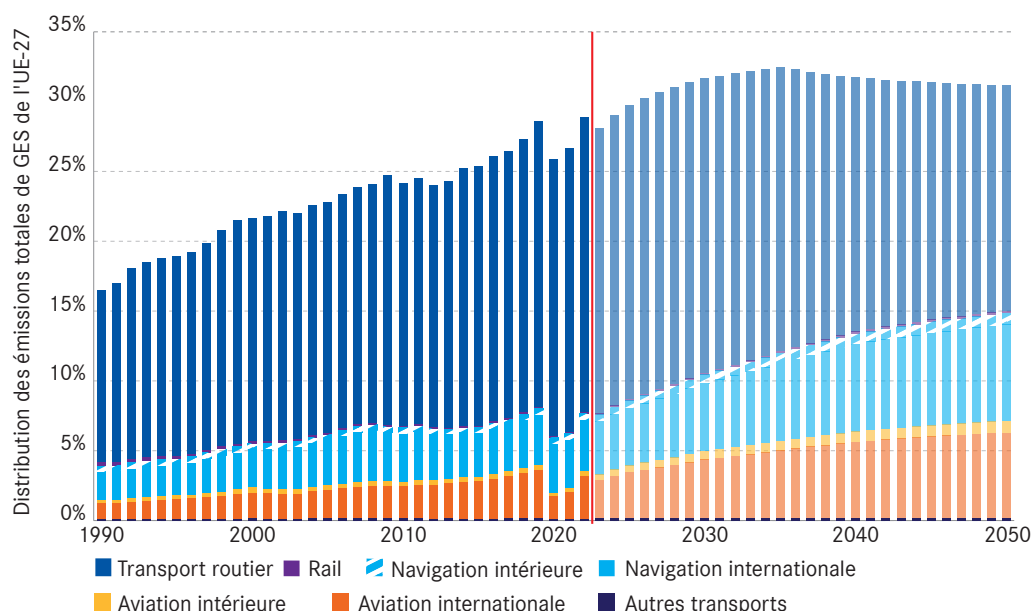
part reste comparativement faible: 17,1 % au niveau de l'UE, 19,8 % en Allemagne et seulement 10,6 % en France (Eurostat, 2024).

La prédominance du transport routier de marchandises entraîne un coût environnemental important. Le transport routier de marchandises, en particulier les poids lourds (*heavy-duty véhicules, HDV*), contribue fortement aux émissions des transports en raison de sa dépendance aux combustibles fossiles **FIGURE 2**. En France, le transport routier (marchandises et passagers) est responsable à lui seul de 94 % des émissions de gaz à effet de serre du

secteur³. Les poids lourds, bien qu'ils représentent moins de 2 % du parc total de véhicules (Service des données et études statistiques, 2023), contribuent de manière disproportionnée aux émissions de CO₂, en produisant 23 % des émissions du transport routier. En Allemagne, le transport routier de marchandises est responsable d'environ 98 % des émissions de GES émises par le transport total de marchandises (DLR, 2022). Cette tendance se retrouve au niveau européen: en 2022, le transport routier était responsable de 95 % des émissions de GES du transport intérieur de l'UE, les poids lourds représentant 26 % de ce total⁴.

Figure 2. Part des émissions des différents modes de transport dans l'UE-27

Le transport routier offre le meilleur levier pour décarboner les transports



Note : Les projections à partir de 2023 reposent sur deux scénarios : le scénario Fit for 55 MIX et le scénario With Additional Measures (WAM), qui intègrent tous deux les dernières politiques européennes et nationales approuvées ou annoncées. Le scénario Fit for 55 MIX est aligné sur la réduction des émissions de GES d'au moins 55 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990. Le scénario WAM compile 27 projections nationales rapportées par les États membres, y compris les mesures mises en œuvre et prévues pour atteindre les objectifs du Pacte vert européen.

Source : Agence européenne pour l'environnement, 2024.

Au-delà du carbone : les coûts externes du transport de marchandises

L'échange de biens et de services ainsi que la mobilité des personnes sont essentiels au fonctionnement d'une économie de marché. Dans le même temps, les activités de transport liées au commerce national et international sont souvent associées à des coûts considérables et à des conséquences indésirables pour la société et l'environnement. Actuellement, bon nombre de ces coûts ne sont

que partiellement intégrés dans les prix des transports et constituent donc des coûts externes. En l'absence d'un cadre politique approprié pour les internaliser, ni les entreprises de transport ni leurs clients n'en tiennent compte dans leurs décisions, ce qui entraîne un volume du transport de marchandises trop élevé. En outre, si les coûts externes et leur internalisation varient d'un mode de transport à l'autre, ils peuvent fausser le choix du mode de transport⁵.

³ UBA (2024a) : « Bausteine für einen klimagerechten Verkehr, Klimaschutzinstrumente im Verkehr » Kurzpapier, Agence fédérale de l'environnement et UBA (2024b) : « Treibhausgas-Emissionen in Deutschland ».

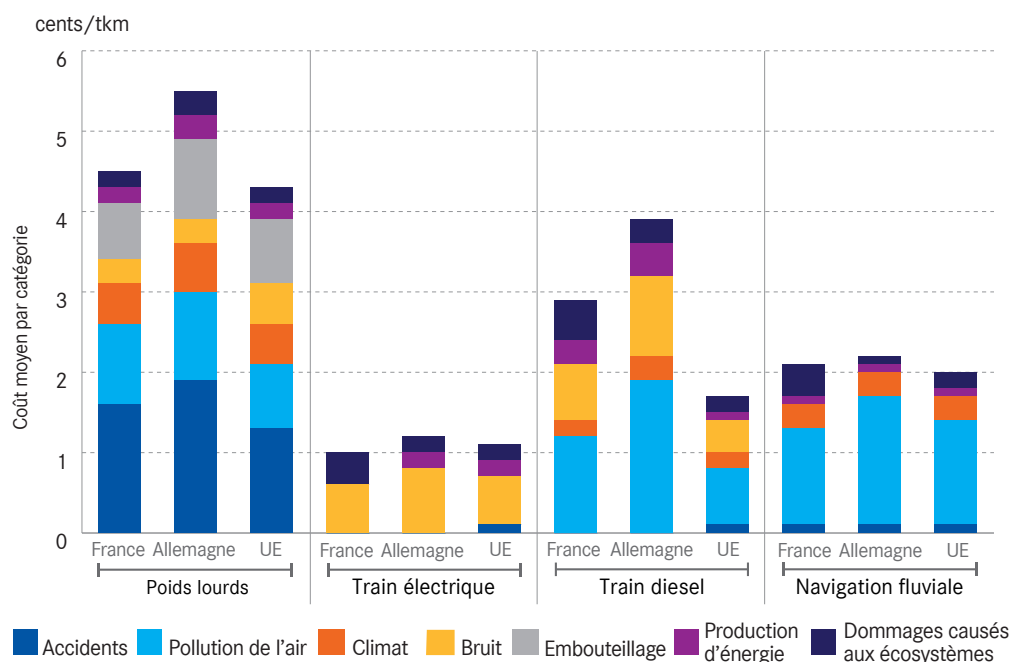
⁴ Citepa (2024) : *ibid.*

⁵ European Environment Agency. (2024b) : *Sustainability of Europe's mobility systems.*

La quantification de l'ampleur des coûts externes liés au transport de marchandises est complexe. Outre plusieurs études (voir par exemple [Herry, 2016](#) pour l'Autriche; [ARE, 2020](#) pour la Suisse; [Bieler et Sutter, 2019](#) pour l'Allemagne), la Commission européenne⁶ a développé des méthodologies harmonisées pour évaluer les externalités et les coûts liés aux activités de transport au niveau européen. Les principales catégories de coûts externes qu'elle retient comprennent les coûts liés aux accidents, à

la pollution atmosphérique, au changement climatique, au bruit, aux processus en amont et en aval (dont la production d'énergie), aux dommages causés à l'habitat et aux embouteillages. À l'échelle européenne, plus de 50 % des coûts externes du transport de marchandises sont dus au transport routier. Les accidents, la pollution de l'air et la pollution climatique représentent plus de la moitié des coûts moyens des externalités du transport de marchandises en Allemagne et en France **FIGURE 3**.

Figure 3. Externalités du transport de marchandises par catégorie pour la France, l'Allemagne et l'UE



Note: Coûts externes moyens du transport de marchandises. Accidents : dommages corporels, frais médicaux, frais administratifs, pertes économiques indirectes, dommages matériels et autres coûts indirects liés aux accidents. Pollution atmosphérique : Atteintes à la santé, mauvaises récoltes, dommages matériels et immobiliers et perte de biodiversité. Climat : Coûts liés à l'élévation du niveau de la mer, à la perte de biodiversité, aux problèmes de gestion de l'eau, aux phénomènes météorologiques extrêmes et aux mauvaises récoltes. Un prix du CO₂ de 100 euros par tonne a été utilisé comme base. Bruit : Impact physique et psychologique du bruit. Les coûts liés au bruit ne peuvent être estimés de manière fiable que pour le transport routier et ferroviaire de marchandises. Embouteillages : Coûts liés aux retards et aux embouteillages. Les coûts d'embouteillage ne peuvent être estimés de manière fiable que pour le transport routier. Well-to-tank : coûts de production, de conversion, de transport et de transmission de l'énergie requise. Pour la production d'énergie dans le transport ferroviaire de marchandises, on considère le mix électrique spécifique au transport ferroviaire. Les autres coûts du cycle de vie tels que la production, la maintenance ou l'élimination des moyens de transport ne sont pas pris en compte.

Source : Commission européenne, 2020. Données de 2016.

Des études évaluant l'état actuel de l'internalisation pour différents modes de transport de marchandises dans l'UE, en France et en Allemagne, concluent que le degré global d'internalisation des coûts est faible⁷. L'internalisation est réalisée par le biais de diverses mesures politiques, notamment des instruments de marché (par exemple, redevances, taxes et permis négociables) et des instruments réglementaires (par exemple, normes d'émission et de sécurité des véhicules, restrictions de circulation) qui varient selon le mode de transport et le niveau administratif (UE, national, régional et local) et bénéficient parfois d'exonérations fiscales nationales. Cette internalisation

relève souvent de la seule responsabilité des États membres. Par conséquent, la prise en compte des coûts externes varie considérablement d'un État membre à l'autre et d'un mode de transport à l'autre. Il en est ainsi des frais de péage pour les camions. L'UE a décidé qu'à l'avenir, le péage acquitté par les camions serait conditionné aux émissions de carbone du véhicule (directive européenne 2022/362). L'Allemagne a été le premier État membre de l'UE à introduire une surtaxe carbone. Des péages « carbone » pour les camions fonctionnent actuellement en Autriche et en Hongrie, par exemple, mais pas encore dans l'ensemble de l'UE. En France, la modulation

⁶ Leisinger C. and Runkel M. (2023) : « Subventionen und staatlich induzierte Preisbestandteile im Güterverkehr auf Schiene und Straße », Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft.

⁷ European Commission (2020) : *Handbook on the external costs of transport*, Directorate-General for Mobility and Transport.

des péages autoroutiers en fonction des émissions de CO₂ n'est pas encore entrée en vigueur et dépendra des futures évolutions réglementaires et contractuelles. Cette modulation diffère d'ailleurs considérablement entre les pays qui l'ont déjà mise en œuvre. La directive européenne ne définit qu'un montant maximum.

La nécessité d'une approche franco-allemande et européenne coordonnée

La France et l'Allemagne, les deux plus grandes économies de l'Union européenne, partagent des défis similaires en termes de décarbonation du transport de marchandises. Leurs liens économiques étroits et leur proximité géographique génèrent d'importants flux transfrontaliers, créant des externalités communes entre les deux pays. Dans ce contexte, une approche franco-allemande coordonnée est particulièrement pertinente : en alignant leurs stratégies, les deux pays peuvent renforcer l'impact de leurs politiques respectives. La coopération franco-allemande peut également donner un élan au niveau européen en encourageant une dynamique collective, en facilitant l'interopérabilité des infrastructures et les initiatives européennes visant à accélérer la décarbonation du secteur.

Les leviers de la décarbonation : évaluer les options

S'il existe plusieurs options pour décarboner le transport de marchandises, leur viabilité dépend de deux critères essentiels : leur potentiel de réduction des émissions et la faisabilité de leur déploiement rapide. En d'autres termes, dans quelle mesure chaque option peut-elle contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Ces options peuvent-elles être mises en œuvre assez rapidement pour atteindre les objectifs climatiques à court et moyen terme ?

Sobriété : réduire la demande de transport

Contrairement aux stratégies visant à réduire les émissions des véhicules, la sobriété agit en amont, sur les flux de marchandises, en limitant les distances parcourues et en optimisant les circuits logistiques. De nombreuses projections de la demande de transport de marchandises indiquent que celle-ci va continuer à croître dans les décennies à venir. Selon la [Commission européenne](#), le transport international et domestique de marchandises au sein de l'UE pourrait augmenter de 25 % d'ici 2030 et

de 50 % d'ici 2050, par rapport à 2015. Le scénario MIX-F55, aligné sur l'objectif de réduction des émissions de 55 % en 2030 par rapport à 1990, prévoit une augmentation du transport routier de marchandises de 19,4 % en 2025 et de 24,5 % en 2030 par rapport à 2015⁸. Plus précisément, les mouvements de fret des poids lourds en Europe devraient augmenter de 47 % entre 2015 et 2050 ([Tölke & McKinnon, 2021](#)).

Les données empiriques montrent que la demande de transport routier n'est pas très sensible au prix ([de Jong et al., 2010](#); [Musso et al., 2013](#); [Wang et Zhang, 2017](#); [Blechs Schmidt et al., 2022](#)) et qu'il existe une corrélation étroite entre les performances du transport de marchandises et le développement économique, raison pour laquelle il ne faut pas s'attendre à une réduction à grande échelle des flux. Si une transformation profonde des modes de consommation et des chaînes d'approvisionnement reste difficile à court terme, la sobriété doit devenir une priorité politique essentielle à long terme. La réduction des flux de marchandises les plus intensifs en transport et la relocalisation des circuits logistiques pourraient limiter l'empreinte carbone du secteur. En France, la sobriété est déjà intégrée dans les trajectoires de planification écologique du Secrétariat général (SGPE), où la relocalisation et l'optimisation logistique sont présentées comme des leviers pour contrebalancer la croissance de la demande énergétique.

Optimiser les systèmes actuels

L'amélioration de l'efficacité des systèmes de transport constitue un levier immédiat pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre. L'optimisation des itinéraires, en utilisant des outils numériques et les progrès de la logistique pour minimiser les distances inutilement parcourues, peut conduire à une réduction de la consommation de carburant et des émissions associées. De même, l'optimisation et le regroupement des livraisons permettent de limiter le nombre de trajets. Les progrès technologiques améliorent également le rendement énergétique des véhicules eux-mêmes. L'aérodynamisme, la réduction de la résistance au roulement et l'allègement des châssis sont autant d'innovations qui peuvent réduire la consommation de carburant et, par conséquent, les émissions de CO₂ ([Basma et Rodriguez, 2023a](#)). Le potentiel maximal de réduction de CO₂ par camion à moteur diesel se situerait entre 20 % et 40 % entre 2016 et 2030, selon le type de camion. Le principal avantage de ces mesures d'efficacité ou de sobriété réside dans leur applicabilité immédiate à l'ensemble de la flotte existante. Elles permettent donc de réduire les émissions à court terme, mais sont insuffisantes pour atteindre la neutralité climatique si le transport de marchandises continue à dépendre

⁸ European Commission (2019): « [State of play of internalisation in the European transport sector](#) », Directorate-General for Mobility and Transport; Direction Générale du Trésor (2021): [Les usagers de la route paient-ils le juste prix de leurs circulations?](#); GCEE, 2024.

des combustibles fossiles. En outre, la croissance attendue de la demande de fret, ainsi qu'un potentiel effet rebond devraient neutraliser une partie des gains d'efficacité des véhicules. Par conséquent, ces optimisations ne peuvent servir que de complément, et non de substitut, au passage à des technologies de propulsion à faibles émissions dans le transport routier de marchandises, levier le plus efficace pour décarboner le fret.

Report modal: pourquoi le rail ne peut être l'unique solution

En théorie, le transfert de marchandises de la route vers le rail est une option pertinente⁹, car le fret ferroviaire produit moins d'externalités négatives que le transport routier (Commission européenne, 2020), notamment en termes d'émissions de gaz à effet de serre¹⁰. Cependant, malgré des ambitions fortes en matière de report modal au niveau européen et national, sa mise en œuvre se heurte à des obstacles structurels et économiques majeurs, en France comme en Allemagne. Dans ces deux pays, les objectifs de croissance du transport ferroviaire semblent difficiles à atteindre. En Allemagne, l'objectif ambitieux fixé par le gouvernement de porter la part du fret ferroviaire à 25 % d'ici 2030¹¹ a peu de chances d'être atteint. En France, l'objectif de doubler cette part de 9 % en 2019 à 18 % en 2030 semble également hors de portée et rappelle des objectifs passés qui n'ont jamais été atteints.

Le principal obstacle au report modal est l'inadéquation entre les services ferroviaires et les besoins en matière de transport de marchandises. D'une part, l'accès au réseau ferroviaire reste limité en raison d'un sous-investissement chronique dans les infrastructures¹², du manque d'infrastructures intermodales (Nothegger, 2023), de la saturation des voies existantes¹³ et d'une organisation du transport ferroviaire souvent rigide et peu adaptée aux besoins des entreprises (GCEE, 2024; Morvant, 2015). D'autre part, les contraintes logistiques, telles que les délais de livraison serrés et les courtes distances, conviennent mieux au transport routier, tandis que le rail reste compétitif principalement pour les marchandises lourdes et homogènes sur de longues distances. La majeure partie des marchandises en Europe est en effet transportée sur des distances inférieures à 200 km

et concerne des envois d'un poids maximal de 30 tonnes (GCEE, 2024). Dans la plupart de ces cas, le transport ferroviaire plutôt que routier n'est ni possible ni compétitif¹⁴. En outre, si l'on tient compte des marchandises actuellement transportées dans des unités de transport intermodal (UTI) sur des distances de plus de 300 km, le potentiel de report modal de la route vers le rail ne serait que de 6 % en Allemagne et de moins de 2 % en France (GCEE, 2024). Par conséquent, le transfert du transport de marchandises de la route vers le rail afin d'accélérer la décarbonation risque d'être limité.

La relance du rail semble être un enjeu commun à de nombreux pays européens. Dans certains, dont la France, la part du transport ferroviaire a davantage chuté depuis la seconde moitié du XX^e siècle comparé à l'Allemagne. Si la structure du transport ferroviaire de marchandises diffère entre les deux pays, elle n'explique pas entièrement l'écart observé entre eux. Notre analyse montre que, même après avoir contrôlé ces facteurs, un écart significatif subsiste qui pourrait s'expliquer par l'ouverture à la concurrence plus précoce en Allemagne, le manque d'attractivité des ports français ou encore la qualité de service du gestionnaire de l'infrastructure ferroviaire.

Le transport ferroviaire de marchandises souffre également d'un manque d'interopérabilité entre les pays européens. Le manque d'harmonisation entre les systèmes ferroviaires nationaux limite fortement l'efficacité des corridors de transport internationaux (Stoll et al., 2017, Autorité de Régulation des Transports, 2023). Les différences entre les normes techniques, les règles de sécurité, les systèmes de signalisation et la gestion des réseaux entraînent des ruptures dans les chaînes logistiques et augmentent les coûts et les temps de transport. Ces incompatibilités sont un frein à la compétitivité du rail par rapport à la route, qui bénéficie d'une homogénéité beaucoup plus grande au sein de l'Union européenne. L'ERTMS, un système conçu pour normaliser les systèmes de signalisation et de contrôle des trains à travers l'Europe, permettrait de réduire les coûts et d'améliorer la fluidité des opérations transfrontalières. Cependant, sa mise en œuvre reste lente. 8 % des lignes européennes étaient équipées de l'ERTMS en 2022¹⁵, et les investissements nécessaires pour étendre ce système à tous les corridors du réseau transeuropéen (RTE-T) restent considérables.

⁹ European Environment Agency (2024b): *op.cit.*

¹⁰ European Commission (2020): *op.cit.*

¹¹ See Empreinte database from Ademe and ITF (2022): « Mode Choice in Freight Transport », *ITF Research Reports*.

¹² SPD, Bündnis 90/Die Grünen and FDP (2021). Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit, Koalitionsvertrag 2021-2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90/Die Grünen und den Freien Demokraten (FDP), Bundesregierung.

¹³ See Autorité de Régulation des Transports (2023): « Scénarios de long terme pour le réseau ferroviaire français (2022-2042) »; Sénat (2022): « Rapport d'information fait au nom de la commission des finances sur la situation de la SNCF et ses perspectives » and GCEE (2024)

¹⁴ Deutsche Bahn (2023): *Infrastrukturzustands- und -entwicklungsbericht 2022, Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung*.

¹⁵ See ITF (2022): *op.cit.*, and UBA (2022): « Hebel zur Gestaltung eines treibhausgasneutralen und umweltschonenden Güterverkehrs, Klimaschutzinstrumente im Verkehr », *Kurzpapier*, Federal Environment Agency.

¹⁶ IRG-Rail (2024): *12th Annual Market Monitoring Report*.

La décarbonation du transport routier de marchandises, le levier le plus efficace

Bien que des défis majeurs subsistent, dans les conditions actuelles, la décarbonation du transport routier constitue le levier le plus efficace pour décarboner le transport de marchandises. Malgré les premières initiatives de décarbonation (camions électriques à batterie et à hydrogène, carburants alternatifs), 97 % des poids lourds immatriculés dans l'UE en 2023 fonctionnaient encore au diesel, la France et l'Allemagne représentant chacune 30 % des ventes (Musa et al., 2024). Plusieurs solutions technologiques sont disponibles pour la décarbonation, chacune avec des niveaux variables de maturité technologique, en termes de charge utile, d'efficacité énergétique, d'autonomie, de coût d'acquisition, de coût d'exploitation, de temps de ravitaillement et de temps de charge (GCEE, 2024). L'électrification apparaît aujourd'hui comme la solution la plus efficace pour réduire drastiquement les émissions de CO₂ du transport routier. Grâce à la baisse rapide du coût des batteries et au déploiement progressif d'infrastructures de recharge de grande puissance, les camions électriques à batterie (*Battery Electric Trucks, BET*) deviennent une alternative crédible et compétitive aux camions diesel.

Décarbonation du transport routier de marchandises : mettre l'accent sur les BET

Explorer les différentes options technologiques

Des études récentes suggèrent que le potentiel des moteurs à batterie pour le transport de marchandises à longue distance a été considérablement sous-estimé dans le passé (Hoekstra, 2019; Liimatainen et al., 2019; McKinnon, 2021; Nykvist & Olsson, 2021; Bhardwaj & Mostofi, 2022). Les camions à batterie électrique sont alimentés par des batteries lithium-ion. Les progrès rapides de la technologie des batteries permettent aujourd'hui aux véhicules utilitaires lourds d'atteindre une autonomie d'environ 500 kilomètres sans perte notable de charge utile, et d'autres améliorations sont attendues dans un avenir proche. Le coût des batteries a chuté de 85 % en dix ans et devrait encore baisser de 40 % d'ici à 2030, ce qui contribue également à une baisse constante du coût de fabrication de ces camions (Orangi et al., 2024; IEA, 2024; Link et al., 2024). Cette tendance s'explique par la baisse du coût des matières premières et l'augmentation de la capacité de production des batteries, conséquence directe des investissements massifs dans l'électrification des transports. En termes d'émissions, les BET permettent une réduction significative des émissions sur l'ensemble

de leur cycle de vie: un camion électrique à batterie de 40 tonnes, produit en 2021, peut réduire les émissions de 65 % par rapport à un camion diesel, et jusqu'à 87 % si l'électricité utilisée provient de sources renouvelables (O'Connell et al., 2023) **FIGURE 4** Les BET bénéficient également de synergies avec le marché des véhicules électriques de particuliers, notamment en termes d'infrastructures de recharge et d'amélioration des batteries. Le déploiement des BET pour les trajets longue distance nécessitera toutefois une infrastructure de recharge publique le long des principaux corridors de fret.

Les camions électriques à pile à combustible à hydrogène (*Fuel Cell Electric Truck, FCET*) constituent une autre option pour électrifier le transport routier. Grâce à la densité énergétique plus élevée de l'hydrogène comprimé, les FCET offrent potentiellement une plus grande autonomie et des temps de rechargement plus courts que les BET. Les constructeurs testent actuellement des véhicules adaptés au transport de marchandises sur de longues distances, avec une autonomie pouvant aller jusqu'à 1 000 kilomètres. Toutefois, cela nécessite des réservoirs d'hydrogène avec une plus grande capacité de stockage (Frieske et al., 2023; Zerhusen et al., 2023) et donc la construction d'une infrastructure de ravitaillement adaptée. Jusqu'à présent, les stations-service d'hydrogène ont été principalement prévues pour les voitures particulières avec un niveau de pression de 700 bars. Pour les camions, en revanche, une pression plus faible de 350 bars est nécessaire, que seule une partie des stations de ravitaillement existantes peut fournir. On ne sait toujours pas si l'hydrogène des FCET sera utilisé à l'avenir sous forme gazeuse ou liquide, ce qui entraîne une incertitude pour la construction de nouvelles stations de ravitaillement. En outre, leur efficacité énergétique est bien inférieure à celle des BET. Aujourd'hui, un camion électrique à batterie consomme 50 % d'énergie en moins qu'un camion à hydrogène pour parcourir la même distance, en raison des pertes d'énergie liées à la production, au transport et à la conversion de l'hydrogène (Basma et al., 2022). En outre, l'hydrogène vert, qui pourrait réduire les émissions de 89 %, est encore peu disponible et coûteux à produire (O'Connell et al., 2023). Avec l'hydrogène classique, la réduction potentielle des émissions par rapport à un camion diesel n'est que de 15 %. Cette technologie pourrait convenir à certaines niches, comme le transport de marchandises sur de très longues distances ou pour des usages spécialisés, mais son déploiement à grande échelle est compromis par les défis liés à son coût, à son efficacité et à la disponibilité des infrastructures. Il y a également une concurrence pour l'utilisation de l'hydrogène avec les industries et les secteurs tels que l'aviation et le transport maritime, où les solutions à batterie ne sont pas viables.

D'autres alternatives passent par l'électrification du transport routier. Les stations d'échange de batteries (*Battery Swapping Systems, BSS*) impliquent qu'un robot remplace une batterie vide par une batterie pleine. L'ensemble du processus prend environ dix minutes, soit le temps

nécessaire pour faire le plein d'un camion diesel. Certaines études considèrent cette technologie comme un complément prometteur à la construction d'une infrastructure de recharge à l'échelle nationale, car les longues pauses de recharge peuvent être évitées et il n'est pas nécessaire de renforcer la capacité du réseau (Vallera et al., 2021; Zhu et al., 2023). Cependant, un tel système nécessite une capacité de batterie nettement plus importante, ce qui entraîne des coûts supplémentaires et une pression accrue sur les matières premières critiques. Les systèmes routiers électrifiés (*Electric Road Systems, ERS*) permettraient de recharger les camions en temps réel à l'aide de caténaires ou de systèmes à induction, mais leur déploiement à grande échelle ne pourrait être envisagé qu'après 2030 en raison de leur coût élevé et de l'absence d'un soutien politique suffisant.

Au-delà de l'électrification des moteurs, d'autres alternatives sont étudiées, notamment l'utilisation de moteurs à combustion interne fonctionnant avec des carburants produits soit à partir de résidus et de déchets biogènes (par exemple le biodiesel), soit à partir d'énergie électrique et de dioxyde de carbone (e-carburants). Leur empreinte carbone

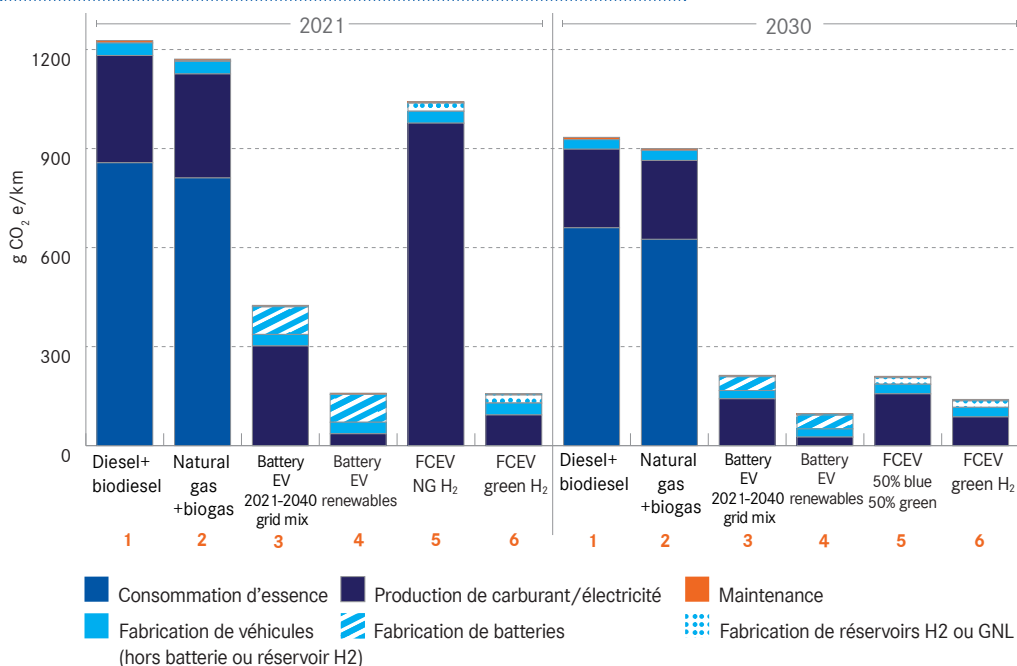
dépend de divers facteurs qui peuvent réduire leurs émissions par rapport aux camions utilisant des carburants conventionnels, mais aussi les augmenter (Wietschel et al., 2019). Toutefois, compte tenu des coûts de production élevés et de la quantité limitée, on ne sait si ces carburants seront disponibles pour le transport routier de marchandises à l'avenir (SGPE, 2024; Cour des comptes européenne, 2023; Ueckerdt et al., 2021). Leur utilisation sera probablement réservée aux secteurs où l'électrification directe est plus difficile¹⁶, comme l'aviation et le transport maritime **FIGURE 4**.

Les BET à parité avec les semi-remorques au diesel

Un coût total de possession (*Total Cost of Ownership, TCO*) compétitif est essentiel au succès commercial de toute technologie de propulsion. Le TCO prend en compte non seulement le coût d'achat d'un véhicule, mais aussi tous les coûts liés à son utilisation sur l'ensemble de son cycle de vie. Dans l'industrie des poids lourds, il est influencé par de multiples facteurs: le type de poids lourd – léger, moyen ou lourd – et son utilisation – urbaine, régionale ou

Figure 4. Émissions de GES d'un semi-remorque de 40 tonnes circulant dans l'UE durant tout son cycle de vie, entre 2030 et 2049

Les BET permettent de réduire considérablement les émissions de GES



Notes: émissions de GES sur le cycle de vie des véhicules utilitaires lourds (VUL) produits en 2021 et 2030, couvrant la production, l'entretien, le recyclage, ainsi que la production et la consommation de carburant et d'électricité (à l'exclusion des émissions liées aux infrastructures). Les meilleurs VUL de leur catégorie, disponibles en 2021, sont pris en compte et comparés aux estimations des VUL équivalents qui devraient être disponibles dans l'UE en 2030. La consommation d'énergie reflète les conditions de conduite réelles. Les véhicules de 2030 sont supposés avoir une consommation d'énergie inférieure de 25 % à celle des modèles de 2021, avec une durée de vie moyenne de 20 ans. **1** Le mélange diesel comprend 7 % de biodiesel, et le gaz naturel **2** contient 5 % de biométhane. Les véhicules utilitaires lourds électriques à batterie utilisent soit **3** l'électricité du réseau de l'UE, soit **4** l'électricité 100 % renouvelable (67 % éolien, 33 % solaire, y compris les émissions provenant de la fabrication des équipements). Pour les véhicules lourds à hydrogène, l'étude compare **5** (2021) hydrogène fossile (SMR) **5** (2030) 50 % hydrogène bleu (SMR avec CCS) et **6** hydrogène vert (électrolyse renouvelable)

Source: O'Connell, Pavlenko, Bieker, & Searle, 2023.

¹⁶ Rouault B. and Schuller A. (2022): « Hydrogène bas-carbone: quels usages pertinents à moyen terme dans un monde décarboné? », *Carbon4*.

Décarboner le transport routier des marchandises

longue distance. En outre, les conditions de circulation et les taux d'utilisation, les prix de l'énergie (électricité, diesel ou hydrogène), ainsi que les incitations et les subventions publiques jouent un rôle dans le calcul du coût total de possession.

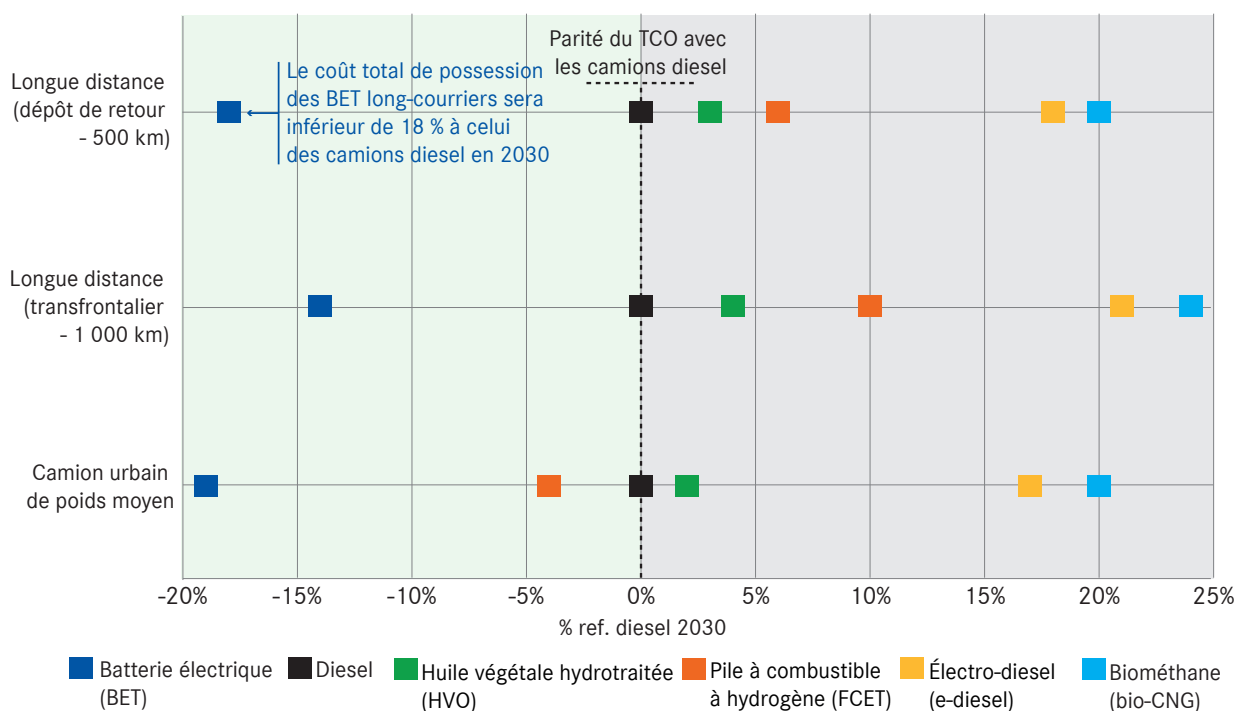
Plusieurs études estiment et comparent le coût total de possession de différentes technologies de poids lourds (Mareev et al., 2018; NPM, 2020; Basma et al., 2021; Jöhrens et al., 2022; Meunier et al., 2022; Göckeler et al., 2023). D'une étude à l'autre, les BET atteignent systématiquement la parité de coût avec les camions diesel plus rapidement que les technologies alternatives. Par exemple, Basma et Rodriguez (2023b) ont analysé le coût total de possession en tenant compte des coûts d'acquisition des camions, des prix moyens des carburants en Europe, des dépenses d'entretien et des péages, des taxes et des impôts routiers en Europe. Leur étude a porté sur tous les types de camions, des véhicules de transport de marchandises sur de longues distances aux camions de livraison urbaine. Ils concluent que les BET deviendront la voie de décarbonation la moins coûteuse pour la plupart des catégories de camions avant 2030. Cela est dû aux coûts opérationnels, nettement inférieurs, qui compensent leurs coûts d'achat initiaux plus élevés. L'étude prévoit en outre que les camions à pile à combustible alimentés par de l'hydrogène vert deviendront compétitifs

en termes de coûts par rapport aux camions diesel d'ici 2035. En revanche, les camions équipés de moteurs à combustion classiques fonctionnant avec des carburants alternatifs à faible émission de gaz à effet de serre, tels que l'huile végétale hydrotraitée (HVO), l'e-diesel ou le gaz naturel bio-compressé (bio-CNG), devraient être confrontés à des défis économiques, notamment en raison du coût élevé du carburant et de la moindre efficacité énergétique de ces véhicules. D'ici 2030, le coût total de possession de ces véhicules devrait être de 15 à 45 % plus élevé que celui des alternatives sans émissions comme les BET.

Au niveau national, Basma et al. (2021) prévoient que les BET peuvent atteindre la parité de TCO avec les semi-remorques diesel en Allemagne et en France, plus tôt qu'au niveau européen moyen. Le rapport analyse l'impact de diverses mesures visant à accélérer l'adoption des BET, notamment des incitations à l'achat, des exemptions de péages routiers et l'inclusion du secteur des transports dans le système d'échange de quotas d'émission de l'UE. Les résultats montrent que les BET peuvent atteindre la parité de TCO avec les semi-remorques diesel au cours de cette décennie pour tous les pays considérés, même sans soutien public. En combinant les mesures examinées dans l'étude, la parité TCO peut être atteinte immédiatement en Allemagne et en France **FIGURE 5**.

Figure 5. Différence de coût total de possession des modes de transport alternatifs au camion diesel en 2030

Les BET atteignent la parité de coûts avec les camions diesel plus rapidement que les autres technologies



Notes: Le TCO est calculé en convertissant toutes les dépenses fixes et opérationnelles en flux de trésorerie actualisés sur une période de possession du camion de 5 ans, en utilisant un taux d'actualisation de 9,5 %. Les coûts comprennent le prix de détail, la valeur résiduelle, le financement, l'infrastructure, le carburant/l'énergie, l'entretien, la main-d'œuvre, les assurances et les taxes. Les coûts spécifiques à chaque site reflètent les moyennes européennes. Aucune subvention sur le prix du carburant n'est prise en compte.

Source: Basma and Rodriguez (2023)

Rendre le transport de marchandises plus durable

Si de nombreuses technologies de décarbonation du transport routier de marchandises peuvent devenir viables à long terme, elles ne le sont pas toutes à court et à moyen terme. Lorsque l'on évalue la probabilité qu'une technologie contribue réellement à la décarbonation du transport de marchandises dans un futur proche, les BET apparaissent comme la solution la plus prometteuse sur le marché (ITF, 2023; GCEE, 2024) **Figure 6**, en particulier pour le transport de marchandises à courte et moyenne distance, où ils offrent déjà des avantages en termes de coûts et de mise en œuvre opérationnelle. Le marché connaît une forte croissance soutenue par les

investissements des fabricants et des gouvernements dans la production et l'infrastructure des BET. Selon les projections des fabricants, les BET pourraient représenter 50 % des ventes de camions d'ici à 2030¹⁷. En outre, les progrès en matière de batteries et de la technologie de recharge réduisent les avantages des autres technologies alternatives en termes d'autonomie et de temps de ravitaillement, rendant moins probable leur adoption généralisée, y compris pour les transports longue distance (Plötz et al., 2022; Albatayneh et al., 2023; Orangi et al., 2024). Compte tenu de ces facteurs et des défis persistants que posent les autres technologies, les camions électriques à batterie représentent actuellement la technologie la plus mature et la plus proche d'une commercialisation pour le transport routier de marchandises.

Figure 6. Les technologies alternatives et leur contribution à la décarbonation du transport de marchandises

	Technology readiness ¹	Competitiveness ²	Emission reduction potential	Fast deployment ³
BET (short-distance)	TRL 9	Probable	Probable	Probable
BET (long-distance)	Vehicule: TRL 8/9 Charging with < 350 kW: TRL 8 Charge avec > 1 MW: TRL 6/7	Probable	Probable	Probable
BET with battery swap	TRL 8/9	Incertain	Probable	Incertain
FCET	Vehicule: TRL 8/9 High-flow-rate refuelling: TRL 4	Difficile	Difficile à court terme Possible à long terme	Difficile
Overhead line trucks	TRL 8	Possible	Probable	Difficile
Trucks with e-fuels	TRL 6	Improbable	Improbable	Improbable

Notes:¹ Le Guide des technologies énergétiques propres de l'ETP est un cadre interactif dans lequel l'Agence internationale de l'énergie (AIE) fournit des informations sur plus de 550 concepts et composants technologiques individuels pour l'ensemble du système énergétique qui contribuent à atteindre l'objectif de neutralité climatique. Pour chacune de ces technologies, le guide contient des informations sur le niveau de maturité technologique (NMT). Le NMT est une échelle permettant d'évaluer l'état de développement des nouvelles technologies sur la base d'une analyse systématique. La méthode a été développée en 1988 par la NASA pour l'évaluation des technologies spatiales, et s'est depuis imposée comme norme d'évaluation dans d'autres domaines de divers secteurs technologiques. L'AIE utilise une échelle allant de 1 (« idée initiale ») à 11 (« preuve de stabilité atteinte »).

² Coût total de possession compétitif.

³ Mise sur le marché rapide.

Source: ITF (2023), GCEE (2024).

Des défis liés à la mise en place d'une stratégie centrée sur les BET

Bien qu'il ne fasse aucun doute que les BET, associés à une infrastructure de recharge stationnaire (rapide), joueront un rôle central dans la décarbonation du transport routier, des défis subsistent (Heining et al., 2024). Les BET ont encore des coûts d'achat nettement plus élevés que les camions diesel. En outre, des coûts d'adaptation existent, qui constituent un frein à leur acceptation par les utilisateurs, en particulier sur les trajets longue distance.

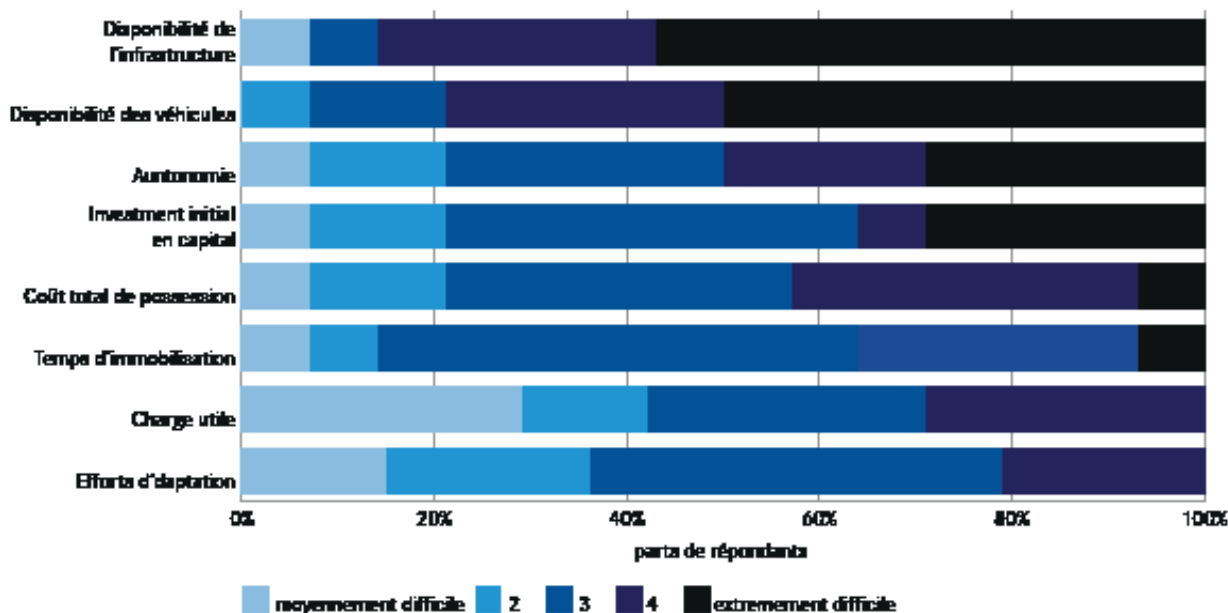
La demande de matières premières critiques pour les batteries reste également un sujet de préoccupation.

Les BET dépendent d'un réseau de recharge performant pour les trajets de courte et de longue distance. Aujourd'hui, le manque d'infrastructure est perçu comme le principal frein à leur adoption par les flottes **Figure 7**. Lors de la mise en place d'un réseau de recharge pour les BET, il est essentiel de distinguer plusieurs scénarios. Les simulations indiquent qu'une unique recharge au dépôt suffira, à moyen terme, à couvrir la majorité

¹⁷ Avere (2024): « Camions électriques, démêlons le vrai du faux ».

Figure 7. Importance des principaux obstacles à la transition vers des véhicules de transport de marchandises sans émissions

Le manque d'infrastructures de recharge et de ravitaillement en carburant, accessibles aux particuliers et aux poids lourds, est considéré comme le principal obstacle à une transition plus rapide des flottes



Notes : Tel que perçu par les flottes interrogées par Ragon & Rodriguez.

Source : Ragon & Rodriguez, 2022

du transport de marchandises en Allemagne (Speth et Plötz, 2024). Toutefois, pour le transport de marchandises sur de longues distances, la demande de stations de recharge publiques est nettement plus élevée (Puls, 2022). Des études montrent que la demande initiale de bornes de recharge publiques de grande capacité sera relativement faible, car il est probable que les véhicules effectuant des trajets régionaux et sur des distances plus courtes soient électrifiés en premier (Jöhrens et al., 2022; Speth et Plötz, 2024). Néanmoins, étant donné les défis considérables liés au déploiement d'une infrastructure de recharge publique pour les BET, mieux vaut ne pas perdre de temps. Le système de charge combiné (*Combined Charging Systems, CCS*), qui répond aux normes internationales, peut être utilisé pour la recharge lente de nuit dans les dépôts, ce qui est particulièrement adapté au transport urbain et régional. Cependant, pour les cas nécessitant une puissance de recharge élevée, de nouvelles normes sont nécessaires. C'est le cas du Système de recharge mégawatt (*Megawatt Charging System, MCS*), conçu pour une recharge complète pendant la pause de 45 minutes imposée par la loi après quatre heures et demie de conduite. Son déploiement est prévu à partir de 2025. Le règlement sur les infrastructures pour carburants alternatifs (AFIR), adopté par le Parlement européen en 2023, fixe des normes généralisées pour le développement d'infrastructures soutenant les carburants alternatifs dans toute l'Europe. Plus récemment, divers acteurs

du secteur privé ont annoncé des projets de stations de recharge dédiées aux camions, dont certains ont déjà été mis en œuvre (Commission européenne, 2025).

La mise en place d'une infrastructure publique de recharge pour les BET repose sur une intégration efficace du réseau, et donc sur des investissements importants. Le système énergétique pose d'autres défis, notamment en matière de stabilité et d'intégration du réseau, bien qu'en Allemagne (GCEE, 2024) et en France¹⁸, des études suggèrent que la demande énergétique supplémentaire liée au transport de marchandises est absorbable à l'échelle nationale. De plus, les besoins en électricité des poids lourds et des véhicules électriques légers sont très complémentaires. L'implantation de bornes de recharge rapide dans des hubs logistiques ou le long des axes autoroutiers accroît localement la demande en électricité, nécessitant parfois une extension ou une conversion du réseau de distribution. Or, les conditions de raccordement dépendent des opérateurs locaux. Des stratégies de recharge intelligente – modulant l'approvisionnement en fonction des horaires et des niveaux de demande – peuvent contribuer à lisser les pics de consommation et à réduire les besoins d'expansion du réseau. Toutefois, les centres de recharge à grande échelle peuvent demander des connexions au réseau à haute tension, ce qui entraîne de longs délais de mise en œuvre et des investissements élevés.

¹⁸ Enedis (2024) : « Electrification of the long-distance heavy duty vehicle fleet ».

Étant donné que les temps de charge des BET restent nettement plus longs que les temps de ravitaillement des camions diesel, la transition vers des véhicules à faibles émissions charge impliquera une augmentation significative des surfaces dédiées aux stations de recharge. Cela sera particulièrement sensible pour les bornes de recharge publiques de grande capacité, situées le long des autoroutes, où le manque de places de stationnement pour les camions constitue déjà un problème bien documenté¹⁹. Sans une expansion suffisante des infrastructures, les goulets d'étranglement pourraient perturber les opérations logistiques. L'introduction de systèmes de réservation à l'échelle européenne pour les stations de recharge publiques pourrait contribuer à optimiser les itinéraires des camions et à garantir un accès fiable aux points de recharge. Il est essentiel d'anticiper ces enjeux dès maintenant pour faciliter une transition en douceur vers un transport de marchandises durable.

Recommandations politiques : donner la priorité aux BET pour un impact maximal et développer les infrastructures

Réaffirmer la détermination de l'UE à respecter ses engagements climatiques

À l'heure où les effets du changement climatique s'intensifient, le Green Deal subit une pression croissante tant sur le plan politique qu'économique. Le paysage mondial a changé : la concurrence internationale, la volatilité des prix de l'énergie et les dynamiques politiques fragilisent l'agenda climatique de l'UE. Certains acteurs gouvernementaux et industriels réclament un assouplissement de la réglementation, arguant que les politiques environnementales nuisent à la croissance économique et à la compétitivité. Cette tendance s'est accentuée avec la seconde présidence de Donald Trump aux États-Unis, dans un contexte de ralentissement économique de l'UE. Cependant, toute dilution des politiques du Green Deal mettrait en péril la capacité de l'UE à respecter ses engagements en matière de climat, en retardant la transition vers une économie neutre en carbone et en augmentant les coûts à long terme de l'inaction. Bien qu'il soit difficile de chiffrer le coût des conséquences du réchauffement climatique et le coût des investissements nécessaires pour l'atténuer, de nombreuses études montrent que le coût de l'inaction est bien supérieur au coût de l'action ([Stern, 2006](#) ; [IPCC, 2023](#) ; [Ademe, 2023](#) ; [Kotz et al., 2024](#)). Dans ce contexte,

une approche franco-allemande peut renforcer les efforts pour promouvoir une politique européenne ambitieuse.

Relever le défi de la croissance de la demande de transport routier de marchandises

Pour garantir la viabilité à long terme de la décarbonation du transport de marchandises, il est essentiel de s'attaquer à la hausse continue de la demande parallèlement aux efforts d'électrification du secteur. Si l'électrification du transport routier de marchandises est une solution viable pour réduire considérablement les émissions, elle pourrait ne pas suffire si la demande continue de croître au rythme actuel, sans compter qu'elle ne réduit pas toutes les autres externalités générées par le transport. Il est donc essentiel de réfléchir dès maintenant à des stratégies à l'échelle européenne pour contenir la croissance de la demande de transport et planifier un découplage à long terme entre développement économique et volumes de transport. S'attaquer à ce problème dès maintenant garantira un alignement sur les objectifs climatiques, tout en atténuant les autres externalités et en soutenant une croissance économique durable. L'internalisation complète des coûts externes du transport de marchandises contribue à cet objectif. La modulation des tarifs de péage en fonction des émissions de CO₂ ainsi que le deuxième Système européen d'échange de quotas d'émission (EU-ETS II), qui inclura le secteur des transports, devraient jouer un rôle décisif à cet égard. Ces instruments doivent être conçus de manière à offrir une incitation suffisante pour atteindre la neutralité carbone. Toutefois, une forte incertitude demeure quant à l'évolution du prix du carbone dans le secteur des transports ([GCEE, 2024](#)).

Recommandation 1. Internaliser les coûts externes du transport de marchandises grâce à un cadre politique harmonisé à l'échelle européenne. Lever les incertitudes sur les prix futurs des émissions de carbone dans le secteur des transports.

Se concentrer sur les solutions à fort impact

Le débat sur la transition du transport routier de marchandises vers des technologies bas carbone met souvent en avant un large éventail de solutions technologiques pour réduire rapidement et efficacement les émissions de gaz à effet de serre. Toutefois, l'évolution actuelle du marché, les considérations autour de l'efficacité énergétique, l'intégration des systèmes énergétiques et le potentiel de réduction des émissions à moyen terme, suggèrent qu'il est avantageux de se concentrer sur les BET à charge

¹⁹ Enedis (2024) : *ibid.* ; BaST (2019) : *Lkw-Parksituation im Umfeld der BAB 2018, Bundesweite Erhebung der Lkw-Parksituation an und auf BAB in Deutschland in den Nachtstunden*, Federal Highway Research Institute ; BGL (2019).

stationnaire (GCEE, 2024; Heining, 2024). Premièrement, cette orientation s'aligne sur la dynamique actuelle du marché et soutient les investissements du secteur privé. Deuxièmement, les incertitudes techniques et économiques autour des alternatives (hydrogène, biocarburants) rendent les BET plus crédibles pour réduire efficacement les émissions à court et moyen termes. Un focus stratégique sur les BET pour décarboner le transport routier de marchandises peut donc être considéré comme la meilleure des options. Une communication claire des autorités publiques axée sur les BET pourrait fournir aux constructeurs et aux opérateurs l'assurance nécessaire aux investissements futurs. À l'inverse, multiplier les options technologiques risquerait d'introduire une incertitude de planification chez les constructeurs de camions, les opérateurs logistiques et les fournisseurs d'infrastructure, ralentissant la transition.

Recommandation 2. Donner la priorité aux camions électriques à batterie pour décarboner le transport routier de marchandises à court terme.

Surmonter les obstacles à l'adoption des BET

Les instruments de marché, comme le futur Système européen d'échange de quotas d'émission (EU-ETS II) et, en Allemagne, une modulation du péage routier en fonction des émissions de carbone, visent à internaliser les coûts externes du transport de marchandises et à fournir des incitations technologiquement neutres pour sa décarbonation. Pour ce faire, ces instruments doivent offrir une incitation suffisante pour atteindre la neutralité carbone. Toutefois, même si le prix des émissions de carbone correspond aux coûts externes des émissions de GES, les imperfections du marché telles que les externalités de réseau, les problèmes de coordination et les externalités de connaissance peuvent encore ralentir la décarbonation et constituer un obstacle dans la transition des camions diesel aux BET.

L'extension du réseau de recharge complique la montée en puissance des BET sur le marché (Li et al., 2017; Springel, 2021; Rapson et Muehlegger, 2023). Les entreprises n'adopteront des camions à faibles émissions que si une infrastructure de recharge fiable est disponible. Les efforts actuellement déployés par le secteur privé pour développer l'infrastructure de recharge pour les BET doivent donc continuer à bénéficier d'un soutien de l'État, car cela permet d'atténuer les externalités de réseau. Le financement public permettra particulièrement d'accélérer le déploiement de l'infrastructure MCS le long des autoroutes – essentielle pour les poids lourds longue distance – ainsi que des stations de recharge dans les dépôts privés. Toutefois, ce financement devrait être limité à la

phase de montée en puissance du marché. La France dispose de dispositifs de soutien au financement des MCS qui pourraient être généralisés en Europe. En parallèle, la mise à disposition des terrains et des connexions nécessaires au réseau électrique joue un rôle décisif dans le déploiement des infrastructures, le règlement AFIR fournissant un cadre réglementaire important. L'UE a récemment annoncé qu'elle allouerait près de 422 millions d'euros à 39 projets visant à déployer des infrastructures d'approvisionnement en carburants alternatifs le long du réseau de transport transeuropéen (Commission européenne, 2025). Ce financement public permettra de soutenir environ 2 500 points de recharge électrique pour les véhicules légers et 2 400 pour les poids lourds le long du réseau routier européen RTE-T. Ces bornes seront principalement mises en place par des entreprises privées ou des regroupements d'entreprises.

Recommandation 3. Accélérer, via des financements publics, le déploiement de l'infrastructure du Système de recharge rapide (MCS) le long des autoroutes et des stations de recharge dans les dépôts privés. Limiter ce financement à la phase de montée en puissance du marché.

Les évaluations suggèrent que les objectifs de l'AFIR pourraient être trop ambitieux à court terme et insuffisants à long terme. Certaines analyses estiment que la capacité de recharge requise pourrait dépasser la demande de 25 % dans un avenir proche, mais pourrait être insuffisante de 80 % d'ici à 2030 (Ragon et al., 2022). En Allemagne, un réseau de recharge d'une capacité de 1,7 MW tous les 60 km est considéré comme optimal pour un transport de marchandises sans rupture, tandis qu'une implantation stratégique des stations permettrait d'obtenir une couverture importante avec moins d'emplacements (Balke et al., 2024a, 2024b). Pour la France, une étude menée par le gestionnaire de réseau et les opérateurs de fret routier (Enedis, 2024) suggère que les exigences de l'AFIR dépassent les besoins de charge estimés sur 69 % du réseau RTE-T principal et 34 % du réseau RTE-T global. Si l'AFIR fournit un cadre essentiel pour l'expansion des infrastructures, ses exigences minimales en matière de capacité risquent donc de ne pas correspondre à l'évolution de la demande.

Le coût des BET est actuellement plus élevé que celui des camions diesel. Des incitations à l'achat pourraient contribuer à accélérer leur adoption par le marché. Toutefois, des études suggèrent que le financement des infrastructures est souvent une intervention plus efficace.

Le marché européen des BET, aujourd'hui largement dominé par les constructeurs européens (Mulholland et

Ragon, 2024), pourrait être impacté par l'arrivée croissante des constructeurs chinois, à l'image de ce qui s'est produit sur le marché des véhicules électriques de tourisme (T&E, 2024b; ACEA, 2024; Ezell, 2024). Grâce à sa maîtrise complète de la chaîne de valeur, combinant production de batteries, assemblage des véhicules et optimisation des coûts par des économies d'échelle, la Chine s'est imposée sur le marché européen. Pour l'instant, la plupart des camions électriques vendus en Europe sont encore produits par des constructeurs européens, notamment car leur gamme est mieux adaptée aux besoins du marché européen, mais cette situation pourrait évoluer (Dungs, 2024; Cimino, 2024). L'amélioration des performances des modèles chinois et l'implantation d'usines d'assemblage en Europe pourraient accélérer leur montée en puissance. Ce phénomène pourrait s'amplifier si les constructeurs européens ne parviennent pas à répondre à la demande européenne croissante. L'évolution potentielle du marché appelle une réflexion plus large sur la politique industrielle des camions en Europe. Si l'objectif d'une politique industrielle peut être raisonnablement justifié pour des raisons géostratégiques et technologiques, il est essentiel de prendre en compte ses implications environnementales, économiques et sociales. Soutenir les industries européennes pourrait ainsi contribuer à réduire l'empreinte carbone associée aux chaînes d'approvisionnement et à créer ou maintenir des emplois au sein de l'UE.

Les activités de recherche et de développement génèrent des externalités de connaissances, conduisant à des investissements insuffisants en R & D de la part du secteur privé. L'intervention des pouvoirs publics devrait donc cibler ces imperfections du marché en renforçant la coordination des agences publiques ou le financement direct de la recherche. Le soutien public à la recherche sur les BET peut améliorer la technologie, par exemple en relevant les défis associés aux MCS lors de leur mise sur le marché. D'ici à 2030, de nouvelles avancées dans les technologies de batteries pourraient augmenter significativement la densité énergétique et l'autonomie des BET (Thielmann et al., 2020). Le développement des batteries sodium-ion est également prometteur pour limiter la dépendance aux matières premières critiques tout en améliorant les performances (AIE, 2024).

Recommandation 4. Soutenir la compétitivité du secteur européen des camions électriques en prenant en compte les dimensions environnementales, économiques et sociales de la politique industrielle. Renforcer le soutien public à la recherche sur les BET, par exemple en surmontant les défis liés à la recharge rapide (MCS) lors de la phase initiale de mise sur le marché.

Le rôle des technologies complémentaires et d'une approche politique flexible

Grâce aux avancées des technologies de batteries et de système de recharge, les BET devraient être en mesure de répondre à la quasi-totalité des besoins en matière de transport routier de marchandises à l'avenir, à l'exception de quelques niches. Toutefois, si des obstacles majeurs – tels que la construction d'une infrastructure de recharge à l'échelle nationale – ne sont pas surmontés assez rapidement, d'autres technologies à faibles émissions – les camions à hydrogène, les systèmes d'échange de batteries ou les caténaires – pourraient également contribuer à la décarbonation du transport de marchandises, chacune d'entre elles ayant ses avantages et ses inconvénients (Heining et al., 2024). Bien que toutes soient techniquement viables, elles ne devraient pas être déployées à grande échelle dans un avenir proche en raison des barrières technologiques et commerciales. Elles devraient davantage constituer une solution complémentaire aux BET plutôt que de s'y substituer.

Pour conserver une certaine flexibilité, les décideurs devraient adopter une approche souple en développant et testant ces technologies parallèlement aux BET. Cela garantirait la disponibilité des solutions alternatives en cas de besoin. En même temps, il convient d'éviter de s'engager prématurément dans des solutions complémentaires spécifiques. D'importantes incertitudes subsistent en ce qui concerne les besoins en infrastructures, la disponibilité de l'hydrogène vert et le rôle global des FCET dans le transport de marchandises. Néanmoins, le règlement AFIR prévoit le développement parallèle d'infrastructures de recharge et de ravitaillement pour les BET et les FCET d'ici à 2030. Étant donné que le déploiement des infrastructures pour les transports à faibles émissions doit être coordonné au niveau européen, il serait souhaitable de réévaluer les exigences du règlement AFIR concernant les infrastructures pour les carburants alternatifs et de permettre une certaine flexibilité si la pertinence de la solution hydrogène n'est pas démontrée.

Recommandation 5. Réexaminer et assouplir le règlement de l'AFIR portant sur les infrastructures nécessaires aux carburants alternatifs en fonction des évolutions technologiques et des demandes du marché.

Être pragmatique sur le potentiel du transport ferroviaire tout en améliorant l'interopérabilité en Europe

Si le report modal reste une solution pertinente pour certains types de flux, il ne constitue pas une solution généralisable pour décarboner le transport de marchandises

compte tenu de la structure de la demande et des stratégies logistiques actuelles. Dans le passé, le transport ferroviaire a pris son essor lorsqu'il s'est avéré naturellement plus compétitif que le transport routier. Cependant, une fois l'électrification du transport routier achevée, cette compétitivité relative sera encore renforcée en faveur du transport routier, qui combinera à la fois faibles émissions et flexibilité logistique. Il semble plus approprié de concentrer les investissements ferroviaires sur les zones où ils peuvent apporter une réelle valeur ajoutée, tels que les corridors à fort trafic et les flux transfrontaliers, que de promouvoir un report modal général. Ceci est particulièrement vrai pour le transport longue distance, où le rail reste pertinent, car l'électrification du fret routier sur ces distances risque de prendre plus de temps. Dans ce contexte, l'amélioration de l'interopérabilité ferroviaire en Europe, notamment par le déploiement du Système européen de gestion du trafic ferroviaire (ERTMS), pourrait jouer un rôle important dans la facilitation des opérations transfrontalières. Le coût du déploiement de l'ERTMS sur l'ensemble du réseau RTE-T est estimé à 29 milliards d'euros, un montant important qui suscite des réserves, notamment en France et en Allemagne, deux pays très en retard par rapport aux autres pays européens. En France, les équipements prévus pour 2044 ne suffiront même pas à atteindre les objectifs européens fixés pour 2030 et 2040. Le tunnel du Brenner, d'une longueur de 64 km, qui fait partie du corridor Scandinavie-Méditerranée, pourrait soulager le trafic transalpin de marchandises entre l'Autriche et l'Italie à partir de 2032. Toutefois, l'extension à quatre voies de la liaison ferroviaire du côté allemand - l'approche nord du Brenner - n'est pas prévue avant 20 ans (DB InfraGO et

ÖBB Infra, 2024). La menace d'une réduction, voire d'un retrait, du financement européen ajoute une pression supplémentaire et pourrait inciter certains pays à reconsidérer leur engagement en l'absence d'un soutien financier clair. Pourtant, l'ERTMS reste essentiel pour l'harmonisation des normes européennes. L'Italie illustre bien les bénéfices d'un calendrier clair et ambitieux, avec un plan visant à équiper l'ensemble de son réseau d'ici 2036 (Autorité de régulation des transports, 2023). De plus, les retards de mise en œuvre augmentent les coûts à long terme²⁰, ce qui devrait inciter les pays à accélérer leurs efforts. Étant donné que l'efficacité de l'ERTMS dépend de son adoption harmonisée par tous les pays, un déploiement coordonné au niveau européen est essentiel. Il est donc crucial d'assurer la continuité des financements européens, à commencer par ceux fléchés vers des corridors spécifiques, afin de tirer pleinement parti de l'ERTMS tout en limitant le risque de saupoudrage des financements. En outre, l'introduction d'un langage commun d'exploitation renforcerait encore l'interopérabilité.

Recommandation 6. Dans la mesure où un report modal général vers le fret ferroviaire n'est pas réaliste dans un futur proche, concentrer les investissements ferroviaires sur les corridors à fort trafic ou les flux transfrontaliers. Soutenir le déploiement coordonné du Système européen de gestion du trafic ferroviaire et renforcer l'interopérabilité grâce à un langage commun d'exploitation.

²⁰ SCl (2024): ETCS - European Market Outlook 2024.

Références



- Ademe (2023) : « Les risques climatiques et leurs coûts pour la France ».
- Albatayneh A., Juaidi A., Jaradat M. and Manzano-Agugliaro F. (2023) : « Future of electric and hydrogen cars and trucks: An overview », *Energies* 16 (7), 3230.
- Balke G., Zähringer M., Paper A. and Lienkamp M. (2024a) : « Navigating the change: Constrained optimization and ramp-up strategy of a charging network for battery electric heavy trucks ».
- Balke G., Zähringer M., Paper A. and Lienkamp M. (2024b) : « Connecting the dots: A comprehensive modeling and evaluation approach to assess the performance and robustness of charging networks for battery electric trucks and its application to Germany » *World Electric Vehicle Journal* 15 (1), 32.
- Basma H. and Rodriguez F. (2023a) : « The European heavy-duty vehicle market until 2040: Analysis of decarbonisation pathways ». International Council of Clean Transportation, ICCT White Paper.
- Basma H. and Rodriguez F. (2023b) : « A total cost of ownership comparison of truck decarbonisation pathways in Europe », International Council on Clean Transportation, ICCT Working Paper.
- Basma H. and Rodríguez F. (2022) : « Fuel cell electric tractor-trailers: Technology overview and fuel economy », International Council on Clean Transportation, ICCT Working Paper.
- Basma H., Saboori A. and Rodríguez F. (2021) : « Total cost of ownership for tractor-trailers in Europe battery electric versus diesel », International Council on Clean Transportation, ICCT White Paper.
- Basma H., Zhou Y. and Rodríguez F. (2022) : « Fuel-cell hydrogen long-haul trucks in Europe: A total cost of ownership analysis », International Council on Clean Transportation, ICCT White Paper.
- Bhardwaj S. and Mostofi H. (2022) : « Technical and business aspects of battery electric trucks – A systematic review », *Future Transportation* 2 (2), 382–401.
- Bieler C. and Sutter D. (2019) : Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland : Straßen-, Schienen-, Luft- und Binnenschiffverkehr 2017, Schlussbericht im Auftrag von Allianz pro Schiene, INFRAS.
- Bleischmidt J. et al. (2022) : « Handlungsoptionen für eine ökologische Gestaltung der Transportmittelwahl im Güterfernverkehr », German Environment Agency.
- European Court of Auditors (2023) : « The EU's support for sustainable biofuels in transport »
- Ezell S. (2024) : « How Innovative Is China in the Electric Vehicle and Battery Industries? », Information Technology and Innovation Foundation.
- Frieske B., Hasselwander S., Deniz Ö., Stieler S. and Schumich S. (2023) : « Strukturstudie BW 2023 – Transformation der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie in Baden-Württemberg durch Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung », Projektbericht herausgegeben von e-mobil BW, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Institut für Fahrzeugkonzepte, IMU Institut.
- German Council of Economic Experts (2024) : « Annual Report 2024/25 ».
- Göckeler K., Steinbach I., Götz W.K., Hacker F., Blanck R. and Mottschall M. (2023) : « StratES – Szenarien für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs: Studie auf Basis von Markthochlaufmodellierungen », Öko-Institut.
- Heining F., Werner M., Schill W., Jöhrens, J., Ruscher M., Pelzeter J. (2024) : « Kriterienset zur Bewertung von Technologiekonfigurationen für elektrische Lkw », ifeu.
- Herry (2016) : « Berechnung beihilfefähiger Kosten für den Schienengüterverkehr 2021 ».
- Hoekstra A. (2019) : « The underestimated potential of battery electric vehicles to reduce emissions », *Joule* 3 (6), 1412–1414.
- IEA (2024) : « Batteries and secure energy transitions – Analysis and key findings », World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency.
- IPCC (2023) : « Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change » [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- ITF (2023) : « How governments can bring low-emission trucks to our roads – and fast », International Transport Forum Policy Paper 127.
- Jöhrens J. et al. (2022) : « Vergleichende Analyse der Potentiale von Antriebstechnologien für Lkw im Zeithorizont 2030, Teilbericht im Rahmen des Vorhabens Elektrifizierungspotenzial des Güter- und Busverkehrs – My eRoads », ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung, PTV Transport Consult.
- de Jong G., Schroten A., van Essen H., Otten M. and Bucci P. (2010) : « The price sensitivity of road freight transport – a review of elasticities », Report, Significance & CE Delft.
- Li S., Tong L., Xing J. and Zhou Y. (2017) : « The market for electric vehicles: Indirect network effects and policy design », *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 4 (1), 89–133.

- Liimatainen H., van Vliet O. and Aplyn D. (2019): « The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis », *Applied Energy* 236, 804–814.
- Link S., Stephan A., Speth D. and Plötz P. (2024): « Rapidly declining costs of truck batteries and fuel cells enable large-scale road freight electrification », *Nature Energy*, 1-8.
- Mareev I., Becker J. and Sauer D.U. (2018): « Battery dimensioning and life cycle costs analysis for a heavy-duty truck considering the requirements of long-haul transportation », *Energies* 11 (1), 55.
- Kotz M., Levermann A. and Wenz L. (2024): « The economic commitment of climate change », *Nature*. [DOI: 10.1038/s41586-024-07219-0]
- McKinnon A. (2021): « Towards a carbon-free logistics, in: Secchi, C. and A. Gili (Eds.), *The global quest for sustainability: The role of green infrastructure in a post-pandemic world* », 1st edition, ISPI: Ledizioni LediPublishing, 125–143.
- Meunier N. and Sorret J. (2022): « Camion électrique: il est temps d’embrayer sur la logistique urbaine », *Carbon4*.
- Morvant C. (2015): « Le processus de répartition des capacités sur le réseau ferré français: quelle place pour le fret? », *Université Paris-Est*.
- Musso A., Piccioni C., Tozzi M., Godard G., Lapeyre A. and Papandreou K. (2013): « Road transport elasticity: How fuel price changes can affect traffic demand on a toll motorway », *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 87, 85–102.
- NPM (2020): « Werkstattbericht Antriebswechsel Nutzfahrzeuge: Wege zur Dekarbonisierung schwerer Lkw mit Fokus der Elektrifizierung, Arbeitsgruppe 1 « Klimaschutz im Verkehr », *National Platform Future of Mobility*.
- Nykvist B. and Olsson O. (2021): « The feasibility of heavy battery electric trucks », *Joule* 5 (4), 901–913.
- O’Connell A., Pavlenko N., Bieker G. and Searle S. (2023): « A comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of European heavy-duty vehicles and fuels ». *International Council on Clean Transportation White Paper*.
- Orangi S., Manjong N., Clos D.P., Usai L., Burheim O.S. and Strømman A.H. (2024): « Historical and prospective lithium-ion battery cost trajectories from a bottom-up production modeling perspective », *Journal of Energy Storage* 76, 109800.
- Puls T. (2022): « Faktencheck Güterverkehr in Deutschland. Von der fehlenden Infrastruktur zum Verlagerungspotenzial », *IW-Gutachten im Auftrag durch Pro Mobilität, German Economic Institute*.
- Ragon P.-L., Mulholland E., Basma H. and Rodríguez F. (2022): « A review of the AFIR proposal: Public infrastructure needs to support the transition to a zero-emission truck fleet in the European Union », *International Council on Clean Transportation White Paper*.
- Ragon, P.-L., & Rodriguez, F. (2022): *Road freight decarbonisation in Europe: Readiness of the European fleets for zero-emission trucking*. *International Council on Clean Transportation*.
- Rapson D.S. and Muehlegger E. (2023): « The economics of electric vehicles », *Review of Environmental Economics and Policy* 17 (2), 274–294.
- SGPE. (2024): « Bouclage biomasse: enjeux et orientations ».
- Speth D. and Plötz P. (2024): « Depot slow charging is sufficient for most electric trucks in Germany », *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 128, 104078.
- Springel, K. (2021): « Network externality and subsidy structure in two-sided markets: Evidence from electric vehicle incentives », *American Economic Journal: Economic Policy* 13 (4), 393–432.
- Stern, N. (2006): « *Stern Review: The economics of climate change* ».
- Stoll F., Schüttert A. and Nießen N. (2017): « Interoperabler Schienenverkehr in Europa », *Internationales Verkehrswesen* 69 (3), 36–39.
- T & E (2024a): « *The State of European Transport 2024* ».
- T & E (2024b): « To raise or not to raise How Europe can use tariffs as part of an industrial strategy ».
- Thielmann A. et al. (2020): « Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf », *Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI, Karlsruhe*
- Tölke M. and McKinnon A. (2021): « Decarbonizing the operations of small and medium-sized road carriers in Europe ». *Smart Freight Centre*.
- Ueckerdt F., Bauer C., Dirnau A. et al. (2021): « Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation ». *Nat. Clim. Chang.* 11, 384–393.
- Vallera A.M., Nunes P.M. and Brito M.C. (2021): « Why we need battery swapping technology », *Energy Policy* 157, 112481.
- Wang X. (Cara) and Zhang D. (2017): « Truck freight demand elasticity with respect to tolls in New York State », *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 101, 51–60.
- Wietschel M. et al. (2019): « Klimabilanz, Kosten und Potenziale verschiedener Kraftstoffarten und Antriebssysteme für Pkw und Lkw », *Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI*.
- Zerhusen J., Landinger H., Astono Y., Böhm M.,

Pagenkopf J. and Heckert F. (2023): « H₂-Infrastruktur für Nutzfahrzeuge im Fernverkehr: Aktueller Entwicklungsstand und Perspektiven », Herausgegeben von e- mobil BW, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Institut für Fahrzeugkonzepte.

Zhu F. et al. (2023): « Does the battery swapping energy supply mode have better economic potential for electric heavy-duty trucks? », eTransportation 15, 100215.



Le Conseil franco-allemand des experts économiques (CFAEE) a été créé en 2019, pour conseiller, en toute indépendance, les gouvernements français et allemand sur des questions de politique économique présentant un intérêt commun pour les deux pays. Il est coprésidé par le Conseil d'analyse économique et par le Conseil allemand des experts économiques

 conseil d'analyse

Le Conseil d'analyse économique, créé auprès du Premier ministre, a pour mission d'éclairer, par la confrontation des points de vue et des analyses de ses membres, les choix du gouvernement en matière économique.

Président délégué Camille Landais

Secrétaire générale Hélène Paris

Conseillers scientifiques

Jean Beuve, Claudine Desrieux,
Maxime Fajeau, Arthur Poirier

Économistes/Chargés d'études

Nicolas Grimprel, Lucie Huang, Alice Lapeyre,
Emma Laveissière, Antoine Lopes

Membres Adrien Auclert, Emmanuelle Auriol,
Antoine Bozio, Sylvain Chassang, Anne Epaulard,
Gabrielle Fack, François Fontaine, Julien Grenet,
Maria Guadalupe, Fanny Henriot, Xavier Jaravel,
Sébastien Jean, Camille Landais, Isabelle Méjean,
Thomas Philippon, Xavier Ragot, Alexandra Roulet,
Katheline Schubert, Jean Tirole

Correspondants

Dominique Bureau, Anne Perrot, Aurélien Saussay,
Ludovic Subran

Toutes les publications du CAE sont
téléchargeables sur www.cae-eco.fr
ISSN 2273-8525

Directeur de la publication Camille Landais
Directrice de la rédaction Hélène Paris
Edition Hélène Spoladore

Contact Presse Hélène Spoladore
helene.spoladore@cae-eco.fr
Tél. : 07 88 87 55 44 – 01 42 75 77 47

