

# L'Union européenne et la neutralité carbone des mobilités

Par Dominique AUVERLOT

Membre de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD)<sup>(1)</sup>

Dans la suite de l'Accord de Paris, Ursula von der Leyen, présidente de la Commission européenne, a élevé au premier rang de ses priorités son ambition de faire de l'Europe le premier continent neutre en carbone à horizon 2050. Conjugué à la volonté de réduire les pollutions locales, cet objectif a conduit la Commission à prévoir l'arrêt de la vente des bus, des véhicules particuliers et des poids lourds émetteurs de gaz à effet de serre respectivement en 2030, en 2035 et (à 90 %) en 2040, tout en renforçant les normes d'émission des moteurs thermiques. Les textes correspondants, adoptés ou en cours de discussion, traduisent cette ambition souhaitable pour la survie de notre planète. Ils préfigurent cependant une transformation industrielle sans précédent de l'ensemble de la filière automobile. Celle-ci sera d'autant plus réussie qu'un dialogue de confiance existera ou plutôt se réinstaurera entre les acteurs de la filière, les États, la Commission et le Parlement européen, de façon à ce que les projets de règlements en cours de discussion et leurs révisions futures, qui devront intervenir aussi souvent que nécessaire, débouchent sur des décisions pragmatiques tenant compte tout à la fois de l'urgence climatique et de la capacité d'évolution des acteurs industriels. De plus, il est nécessaire que différentes mesures sociales et industrielles d'accompagnement non seulement des entreprises, mais également des femmes et des hommes et des territoires impliqués, soient effectivement mises en œuvre.

## Introduction

Plus que jamais, l'avenir de l'automobile française et européenne s'écrit à Bruxelles : dès le 16 juillet 2019, dans son discours de candidature à la Présidence de la Commission prononcé devant le Parlement européen<sup>(2)</sup>, Ursula von der Leyen annonçait son ambition de faire de l'Europe le « premier continent neutre » en carbone en 2050 et de proposer, dès les premiers jours de son mandat – ce qu'elle fera effectivement le 10 décembre 2019<sup>(3)</sup> –, un *green deal*, autrement dit un plan d'investissement durable de 1 000 milliards d'euros destiné à réconcilier l'économie européenne avec la planète.

Cette notion de neutralité carbone à horizon 2050 a dès lors été inscrite dans le règlement européen sur le climat paru au JOUE du 9 juillet 2021<sup>(4)</sup>, qui adopte, en outre, un objectif de réduction des émissions de GES de l'UE d'au moins 55 % d'ici à 2030 par rapport aux niveaux de 1990.

Ce cadrage général a trouvé sa traduction dans le domaine de la mobilité avec le paquet « Fit for 55 » présenté par la Commission le 14 juillet 2021, où elle propose un objectif pour les nouveaux véhicules d'une réduction de 100 % de leurs émissions de CO<sub>2</sub> en 2035, en passant par un rehaussement des objectifs

<sup>(1)</sup> Cet article a bénéficié d'une relecture de la part de Sophie Mougard, de Michel Pinet, de Pierre-Alain Roche et d'Alain Sauvart, tous membres de l'IGEDD.

<sup>(2)</sup> <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20190711/IPR56823/ursula-von-der-leyen-a-presente-son-programme-aux-deputes>

<sup>(3)</sup> Voir, notamment : [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech\\_19\\_6749](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_19_6749)

<sup>(4)</sup> « L'équilibre entre les émissions et les absorptions des gaz à effet de serre réglementées dans le droit de l'Union sera atteint à l'échelle de l'Union d'ici à 2050 au plus tard, les émissions nettes se trouvant ainsi ramenées à zéro d'ici à cette date, et l'Union s'efforcera de parvenir à des émissions négatives par la suite ». L'article 4 de cette même loi précise de plus que : « Afin d'atteindre l'objectif de neutralité climatique énoncé à l'article 2, paragraphe 1, l'objectif contraignant de l'Union en matière de climat pour 2030 consiste en une réduction, dans l'Union, des émissions nettes de gaz à effet de serre (émissions après déduction des absorptions) d'au moins 55 % d'ici à 2030 par rapport aux niveaux de 1990 ». Loi européenne sur le climat, autrement appelée Règlement du Parlement européen et du Conseil établissant le cadre requis pour parvenir à la neutralité climatique et modifiant le règlement (UE) 2018/1999, JOUE du 9 juillet 2021, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2021.243.01.0001.01.FRA](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2021.243.01.0001.01.FRA)

Réduction par rapport à un véhicule thermique 2019	VP segment C	VUL	Bus	PL 40 t
Facteurs de réduction possibles à 2040 (véhicules neuf)	4	4,6	7	8
Facteurs de réduction possibles à 2060 (véhicules neuf)	8	8	10	10

en la matière à partir de 2030. Le règlement correspondant a été approuvé par le Parlement européen en février 2023, puis par le Conseil « Transports, télécommunications et énergie » le 28 mars 2023.

Cette décision structure l'avenir de la filière automobile européenne ainsi que celui des femmes et des hommes qui la composent. Bien la comprendre est une nécessité. Dans cet article, nous allons chercher à l'éclairer à partir des travaux menés par France stratégie et l'IGEDD sur la vision d'un monde neutre en carbone, ainsi que des débats européens qui ont conduit à son élaboration.

## La décarbonation des motorisations est incontournable : l'exercice de prospective de l'IGEDD et de France stratégie

L'IGEDD et France Stratégie ont conduit conjointement avec de nombreux experts, durant les années 2020 et 2021, une démarche prospective des mobilités et des transports de marchandises couvrant la période de 2020 à 2060, avec des jalons principaux en 2030, 2040, 2050 et 2060.

Cette démarche a été conduite de façon itérative. Une équipe d'une douzaine de rédacteurs<sup>(5)</sup> a régulièrement échangé avec une centaine de spécialistes lors de réunions plénières et dans six ateliers de travail thématiques. Ces travaux ont permis de réviser un premier exercice de prospective des transports réalisé par le Conseil général des Ponts et Chaussées (CGPC) en 2006 et, dans des logiques renouvelées, de bâtir d'abord des scénarios quantifiés de *forecasting*, puis de construire des trajectoires vers la neutralité carbone (on parlera alors de *backcasting*). Six rapports thématiques ont rendu compte des travaux des ateliers. Un rapport transversal détaillé et un rapport de synthèse<sup>(6)</sup> en ont tiré les principaux enseignements.

L'objectif de neutralité carbone est extrêmement ambitieux : le secteur des transports a augmenté ses émissions de gaz à effet de serre de plus de 10 % depuis 1990. Pour aller vers la neutralité carbone, il

faut désormais les diviser par dix selon la communication de la Commission européenne de décembre 2020. Dans un raisonnement en termes d'émissions carbone « complètes » et reposant sur une analyse du cycle de vie de toutes les composantes contribuant au transport et intégrant les émissions liées aux échanges maritimes et aériens internationaux, il faut les diviser par six<sup>(7)</sup>.

Des efforts d'efficacité énergétique ont déjà permis des progrès. Ils restent nécessaires, mais ils ne peuvent réduire au mieux les émissions que d'un facteur deux. Nous devons donc aller vers des motorisations et des carburants neutres en carbone, et aussi, mais ce n'est pas l'objet du présent article, vers une plus grande sobriété dans les usages (technologie et sobriété se combinent avec des poids différents dans les deux scénarios de *backcasting* de cette prospective, que sont le « pari technologique » et le « pari sociétal »). Dans tous les cas, il est clair que nous devons réussir à nous passer des hydrocarbures d'origine fossile en moins d'une génération.

Bonne nouvelle, un raisonnement en ACV simplifiée portant sur des véhicules neufs montre qu'il est possible, dans un scénario optimiste, d'obtenir, aux échéances 2040 et 2060, des réductions très importantes par rapport à aujourd'hui en jouant sur les motorisations : un facteur de réduction de 4 à 8 est envisageable pour les VP et les VUL, et de 8 à 10 pour les PL et les bus (voir le tableau ci-dessus). Si la technologie n'est pas entièrement au rendez-vous, il semble encore possible d'atteindre la neutralité carbone, au prix toutefois d'efforts de sobriété nettement accrus : c'est le scénario dit du « pari sociétal ».

Autre bonne nouvelle : l'électricité est bien évidemment à privilégier pour servir d'énergie aux voitures et aux poids lourds dotés d'une autonomie moyenne. Mais elle n'est pas la seule, d'autres énergies sont possibles : l'hydrogène, les biocarburants, les e-carburants, voire, pour le maritime, le GNL avec CCS, l'ammoniac, le méthanol et d'autres encore.

Pour les bus et les PL, l'ordre de grandeur des réductions des émissions en ACV est important et justifie de s'engager sans retard dans cette direction. En effet, pour des véhicules fortement consommateurs d'énergie et parcourant beaucoup de kilomètres, l'empreinte carbone est aujourd'hui dominée, et de très loin, par les émissions directement liées aux carburants.

Pour l'aérien, il y a moins de solutions, du fait des contraintes de masse et de volume pesant sur l'énergie embarquée. Il faut donc développer le biokérosène (voire l'e-kérosène) sans compromettre la

<sup>(5)</sup> Outre l'auteur du présent article, figuraient parmi les rédacteurs : Nadine Asconchilo, Francis Beaucire, Régine Bréhier, Geoffroy Caude, Jean Colard, Yves Crozet, Pascal Hornung, Jincheng Ni, Pierre-Alain Roche, Alain Sauvart et Michel Savy ; lesquels ont pu s'appuyer pour la finalisation sur Arnaud Zimmermann.

<sup>(6)</sup> Le rapport figure sur le site suivant : <https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/20-ans-pour-reussir-collectivement-les-a3258.html>. La synthèse est directement accessible à l'adresse suivante : [https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0011888/013299-01\\_rapport\\_de\\_synthese.pdf](https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0011888/013299-01_rapport_de_synthese.pdf)

<sup>(7)</sup> La neutralité carbone du secteur des transports est considérée comme atteinte lorsque les émissions atteignent une estimation des puits de carbone affectables au secteur.

part de production agricole destinée à l'alimentation, et pour ce faire accentuer les recherches pour développer des technologies de rupture.

Pour le maritime, il est souhaitable d'expérimenter différentes technologies. Mais ici, les contraintes sont moins radicales.

Les promesses de décarbonation faites dans le passé incitent à considérer cependant ces évolutions avec beaucoup de prudence. Si nous voulons que cette transition se fasse effectivement, il est nécessaire de mettre en place les leviers économiques qui la rendront possible :

- Le principal levier est réglementaire et concerne les constructeurs d'automobiles. Il s'agit de limiter les émissions des véhicules neufs vendus – c'est l'objet de la réglementation européenne – et d'interdire, de manière complémentaire, la vente des véhicules neufs émetteurs de gaz à effet de serre d'origine fossile à partir d'une certaine date : la France avait retenu 2040 en 2019<sup>(8)</sup> ; depuis, la Commission a proposé 2035 pour les VP et VUL, tandis que le Royaume-Uni a opté pour 2030.
- Le deuxième levier combine réglementation et signal-prix et s'adresse aux usagers particuliers comme professionnels : ce sont les zones à faibles émissions, le bonus-malus ou le suramortissement pour les véhicules professionnels.
- Le troisième levier est fiscal. C'est l'éventuelle contribution Climat Énergie ou taxe sur le carbone. Elle est souhaitée par de nombreux économistes<sup>(9)</sup> et est proposée actuellement par la Commission sous la forme d'un deuxième marché du carbone à partir de 2025. Elle permettrait de donner un signal-prix à tous les usagers et ainsi de raccourcir la période de la transition vers des véhicules utilisant des carburants neutres en carbone. Elle ne serait acceptable que si des alternatives étaient disponibles (en particulier, existence d'un large marché d'occasion de véhicules électriques) et si des mesures de redistribution individuelles et collectives (par exemple, des investissements dans les transports collectifs) étaient mises en place. Le signal-prix qu'elle délivre est cependant moins nécessaire en période de prix élevés des carburants. Le ciblage effectif de ces mesures de redistribution reste, compte tenu de la grande hétérogénéité des usages (même à niveau de revenu identique), un défi majeur.

Cela amène à considérer l'idée qu'il faut recourir non pas à un seul levier économique, mais à une palette de leviers qui doivent être coordonnés au mieux entre eux et qui méritent d'être débattus collectivement pour pouvoir être acceptés. De même, des disposi-

<sup>(8)</sup> Voir, notamment : Dominique AUVERLOT (2016), « 2017/2027 – Le véhicule propre au secours du climat – Actions critiques », France stratégie, décembre, <https://www.strategie.gouv.fr/publications/20172027-vehicule-propre-secours-climat-actions-critiques>

<sup>(9)</sup> Voir, notamment : le rapport « Les grands défis économiques » de la commission internationale présidée par Olivier Blanchard et Jean Tirole, France stratégie, <https://www.strategie.gouv.fr/publications/grands-defis-economiques-commission-internationale-blanchard-tirole>

tifs doivent aider les hommes et les entreprises à se reconverter dans la fabrication de produits décarbonés, et accompagner les territoires, dont certains perdront leur principale activité économique, dans leur évolution.

## Les positions actuelles au sein de l'Union européenne

Selon l'Association des constructeurs européens d'automobiles, la filière automobile européenne emploie aujourd'hui près de 13 millions de personnes dans l'ensemble de l'Europe et représente 11,4 % des emplois industriels européens. Le chiffre d'affaires de la construction automobile correspond à 8 % du PIB européen<sup>(10)</sup>. Son avenir, à court et moyen terme, est en bonne partie lié non pas à un, mais à trois projets de texte en cours de discussion par le Parlement européen et le Conseil :

- La première proposition, publiée par la Commission en novembre 2022, envisage de fixer de nouvelles normes d'émission, dites normes Euro 7, pour limiter les émissions de polluants atmosphériques, à la fois pour les VL et les PL. Particularité notable, ce texte propose de prendre en compte les émissions de particules des freins et des pneus, d'imposer des durées de vie minimales aux batteries des VL et VUL et de doubler la période de conformité des VP et VUL aux normes, période qui atteindrait désormais 200 000 kilomètres et 10 ans d'âge. L'étude d'impact associée souligne que les normes actuellement en vigueur ont été conçues il y a de très nombreuses années et ne sont donc pas suffisantes pour protéger la santé des populations. Les propositions faites visent ainsi à en réduire la complexité, à en augmenter la durée d'effet (limitée pour l'instant aux cinq premières années de la vie d'un véhicule) et à prendre en compte l'ensemble des polluants. En proposant ces normes, la Commission est dans une position difficile : les normes européennes imposent aujourd'hui des valeurs supérieures à celles des États-Unis et... de la Chine<sup>(11)</sup>, et les véhicules thermiques actuels vont encore circuler en Europe pendant plus de vingt ans, tandis qu'un nouveau renforcement des exigences conduirait

<sup>(10)</sup> Source : European Automobile Manufacturers' Association (ACEA).

<sup>(11)</sup> "China is progressing with an ambitious China 7 emission standards. The China 6b emission standards for cars/vans (applicable in 2023), are already fuel-neutral and 40 to 50% more stringent than Euro 6/VI limits. The emission limits in the US (Tier 3 Bin 30) are already well below the limits for almost all Euro 6 pollutants. The US currently works on proposals for more stringent emission rules to improve the US competitive position on clean and efficient cars and trucks. Furthermore, both China and the US have increased durability requirements up to 240 000 km or 15 years. In comparison, the current European requirements reach only 100 000 km or 5 years for the complete vehicle and 160 000 km for the emission control systems". Impact assessment report accompanying the document proposal for a regulation of the european parliament and of The council on type-approval of motor vehicles and of engines and of systems, components and separate technical units intended for such vehicles, Brussels, 10 novembre 2022, [https://single-market-economy.ec.europa.eu/system/files/2022-11/SWD\\_2022\\_359\\_1\\_EN\\_impact\\_assessment\\_part1\\_v4.pdf](https://single-market-economy.ec.europa.eu/system/files/2022-11/SWD_2022_359_1_EN_impact_assessment_part1_v4.pdf)

les constructeurs à devoir investir dans l'amélioration des moteurs thermiques au lieu de consacrer leurs efforts aux motorisations alternatives. Sous l'impulsion, notamment de la Tchèque (et de Skoda), une alliance de dix pays s'est formée pour aboutir à une décision moins ambitieuse qui garderait malgré tout certaines innovations du texte (par exemple, celle sur les émissions des pneus et des freins).

- Le deuxième texte proposé par la Commission en février 2023 envisage de renforcer les objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> des PL et des bus.
- Le troisième texte est, lui, adopté. Il a été publié en avril 2023 au JOCE. Il traite des objectifs de réduction des émissions des VP et des VUL et a donné lieu à beaucoup de commentaires compte tenu notamment des évolutions de la position allemande.

### Les véhicules particuliers et les VUL devront être à zéro émission à partir de 2035

Le règlement<sup>(12)</sup> relatif au renforcement des normes de performance en matière d'émissions de CO<sub>2</sub> pour les voitures particulières neuves et les véhicules utilitaires légers neufs a été adopté par le Parlement européen en février 2023, puis par le Conseil des ministres européens de l'énergie en mars.

<sup>(12)</sup> Règlement du Parlement européen et du Conseil modifiant le règlement (UE) 2019/631 en ce qui concerne le renforcement des normes de performance en matière d'émissions de CO<sub>2</sub> pour les voitures particulières neuves et les véhicules utilitaires légers neufs conformément à l'ambition accrue de l'Union en matière de climat.

À travers l'objectif de réduction de 100 % des émissions fixé par l'article premier, ce texte prévoit que tous les véhicules particuliers et les utilitaires légers neufs vendus ou immatriculés dans l'Union européenne à partir de 2035 devront être « zéro-émission ». Le préambule précise que différentes technologies sont et restent disponibles pour atteindre cet objectif de « zéro émission » à l'échelle du parc : « Les véhicules à émission nulle comprennent actuellement les véhicules électriques à batterie, les véhicules à pile combustible et les véhicules fonctionnant à l'hydrogène ; et les innovations technologiques se poursuivent. »

Cet objectif est différent de celui adopté en France dans l'article 73 de la loi d'orientation des mobilités publiée le 26 décembre 2019 qui avait acté, d'une part, que la France se fixait l'objectif d'atteindre d'ici à 2050 la décarbonation complète du secteur des transports terrestres – entendue sur le cycle carbone de l'énergie utilisée – et, d'autre part, la fin, d'ici à 2040, de la vente des voitures particulières et des véhicules utilitaires légers neufs utilisant des énergies fossiles. Le texte européen est plus strict que l'interdiction française sur la date, en optant pour 2035 au lieu de 2040, et sur le périmètre des carburants, dont sont exclus les biocarburants.

Les véhicules hybrides, eux aussi, ne sont pas retenus au niveau européen, même si le préambule précise que les véhicules à émission nulle et à faibles émissions, qui comprennent également les véhicules hybrides rechargeables performants, peuvent continuer à jouer un rôle dans la transition (voir la Figure 1 ci-après).

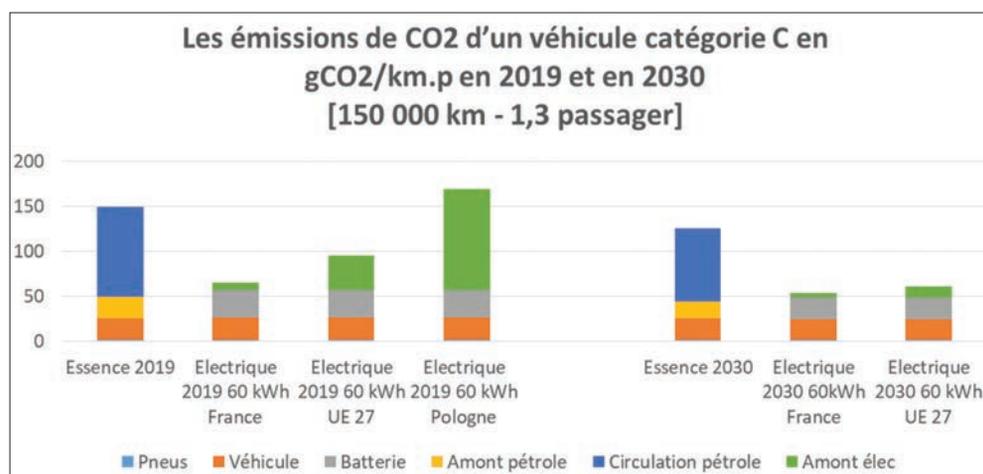


Figure 1 : Les émissions de CO<sub>2</sub> d'un véhicule particulier de catégorie C (de type Mégane, Peugeot 3008 ou Golf) – Source : IFPEN pour les colonnes France, et rapport du groupe de travail sur les motorisations de l'exercice de prospective France stratégie/IGEDD<sup>(13)</sup> pour les autres.

Note : En retenant un raisonnement incluant les émissions liées à la fabrication du véhicule et de la batterie, ainsi que les émissions de l'amont pétrolier et de la production d'électricité, ce graphique montre que par rapport à son équivalent thermique, un véhicule électrique de la catégorie C, équipé d'une batterie de 60 kWh et parcourant 150 000 km, permet, en Europe, une économie moyenne en termes d'émissions d'environ 33 % aujourd'hui et de 50 % en 2030. Le même véhicule circulant en Pologne émettrait aujourd'hui au contraire plus de CO<sub>2</sub>. En France, où le gain serait plus important, les émissions liées à la production de la batterie seraient compensées au bout de 41 000 km en 2019 et de 37 000 km en 2030.

<sup>(13)</sup> [https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/prospective\\_2040-2060\\_des\\_transports\\_et\\_des\\_mobilités\\_-\\_rapport\\_thematique\\_-\\_motorisation\\_-\\_fevrier\\_2022.pdf](https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/prospective_2040-2060_des_transports_et_des_mobilités_-_rapport_thematique_-_motorisation_-_fevrier_2022.pdf)

Trois pays ont cependant tenu à présenter des déclarations en parallèle de l'adoption du texte : l'Italie, qui s'est abstenue, ne se déclare pas en mesure de soutenir un objectif de réduction des émissions de 100 % à l'horizon 2035 et ne prévoit aucune mesure d'incitation en faveur de l'utilisation de carburants renouvelables ; la Finlande, quant à elle, regrette que les véhicules fonctionnant au gaz (et au biogaz) ne soient pas pris en compte dans le règlement ; et, enfin, la Pologne, qui a été le seul pays à voter contre l'adoption du texte<sup>(14)</sup> : elle rejette le fait que les nouvelles taxes et charges résultant de la transition devraient être supportées par les seuls constructeurs et ne pourraient donc pas être répercutées sur les citoyens. De plus, la Pologne ne peut accepter que des exemptions soient prévues au profit de constructeurs de certaines marques de luxe<sup>(15)</sup>, ce qui est contraire au principe général d'une réduction de leurs émissions par tous les secteurs dans le cadre d'une approche socialement équitable.

L'opposition la plus forte est néanmoins venue de l'Allemagne qui a menacé de ne pas voter le texte en l'état s'il n'incluait pas la possibilité de continuer à vendre, après 2035, des véhicules fonctionnant avec des carburants de synthèse. C'était là une très inhabituelle remise en cause d'un accord préalablement obtenu en octobre 2022, en trilogue, et du vote du Parlement européen de février qui l'avait approuvé. Après plusieurs jours de discussion, la Commission européenne s'est engagée à ajouter dans la réglementation<sup>(16)</sup>, par un acte délégué, une nouvelle catégorie de véhicules, dits « véhicules fonctionnant exclusivement avec des carburants neutres en CO<sub>2</sub> et satisfaisant aux normes Euro 6 ». Elle a proposé l'adoption d'un deuxième acte délégué, dès l'automne 2023, précisant comment ces véhicules ne roulant qu'avec des carburants neutres pourraient contribuer aux objectifs de réduction des émissions. Cette concession a permis de maintenir en l'état le texte du règlement (voir la Figure 2 ci-après).

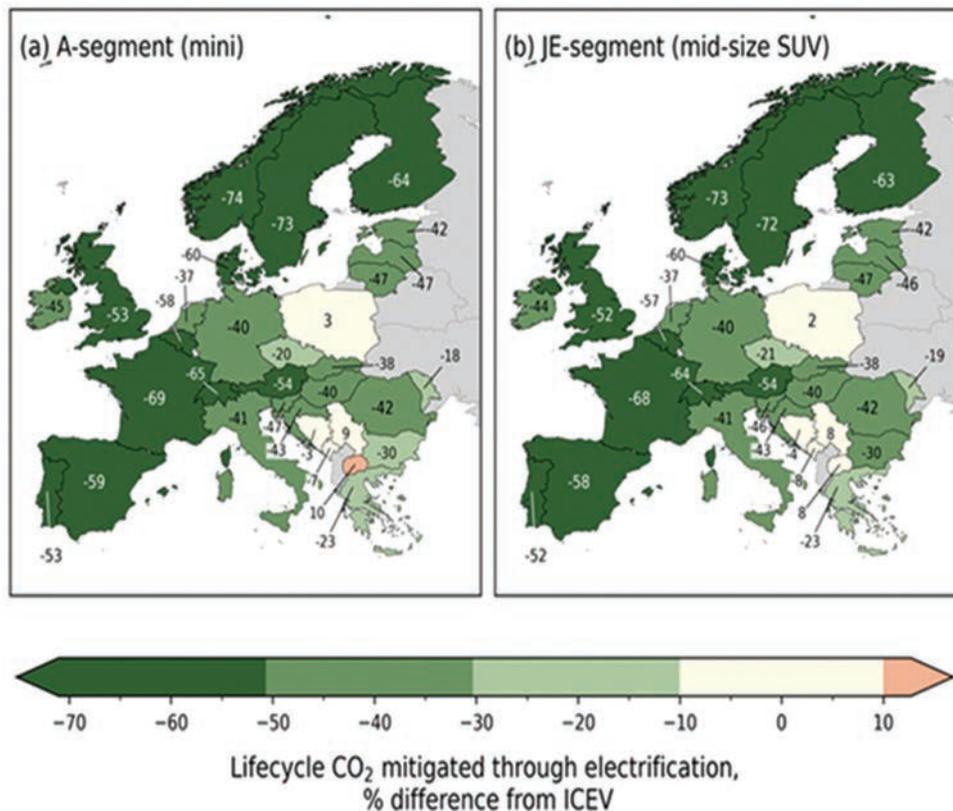


Figure 2 : Pourcentage de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'un véhicule électrique (catégorie A et SUV) par rapport à un véhicule thermique en ACV : cette analyse en ACV<sup>(17)</sup> portant sur un véhicule de la catégorie A et sur un SUV (catégorie JE) parcourant chacun 180 000 km montre qu'en France comme en Allemagne, le gain pour un véhicule électrique neuf serait pour les deux catégories de véhicules respectivement d'environ 70 et 40 %. Par contre, les émissions du même véhicule électrique seraient plus importantes en Pologne (2 à 3 %), ainsi que, hors-UE, plus précisément en Macédoine du Nord (8 à 10 %) et en Serbie (8 à 9 %).

<sup>(14)</sup> La Roumanie et la Bulgarie se sont également abstenues.

<sup>(15)</sup> Le règlement offre en effet la possibilité aux constructeurs d'introduire une demande de dérogation au regard de leurs objectifs d'émissions spécifiques (une mesure qui concerne donc certaines marques de voitures de luxe).

<sup>(16)</sup> Règlement (CE) 715/2007 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2007 relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules (texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

<sup>(17)</sup> "Regionalized climate footprints of battery electric vehicles in Europe" : Christine Roxanne Hung, Steve Völler, Maxime Agez, Guillaume Majeau-Bettez, Anders Hammer Strømman, *Journal of Cleaner Production*, septembre 2021, Elsevier, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621032418>

### Des poids lourds en partie à zéro émission à horizon 2040

Incontestablement, le secteur des poids lourds a plusieurs années de retard par rapport à la transition énergétique des véhicules particuliers. Il est confronté à des défis technologiques plus difficiles à relever. Si tous les constructeurs européens affichent désormais un poids lourd électrique de 26 tonnes dans leur catalogue, leur nombre sur nos routes est cependant extrêmement faible et la vision des technologies à développer diffère suivant les acteurs. Le texte fixant des objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules lourds proposé par la Commission le 15 février est donc plus modéré que celui concernant les véhicules particuliers à la fois quant à son calendrier et son ambition. Même si la Commission avait envisagé initialement une interdiction de leur vente à partir de 2040, la proposition prévoit dans son article 3, à cette même échéance, une réduction de 90 % des émissions « au pot d'échappement » des véhicules vendus.

Même s'il retient le même horizon de temps, 2040, le texte est plus strict que l'article 103 de la loi française<sup>(18)</sup> qui prévoit « la fin de la vente des véhicules lourds neufs affectés au transport de personnes ou de marchandises et utilisant majoritairement des énergies fossiles, d'ici 2040 ». Il ne prévoit en effet la possibilité de recourir aux carburants synthétiques ou aux biocarburants et biogaz que dans une proportion très limitée : il adopte ainsi une position voisine de celle retenue dans le texte concernant les VP, qui cherche à limiter les pollutions locales et les conséquences de celles-ci sur la santé. Dans une tribune<sup>(19)</sup> cosignée par plus d'une centaine de partenaires, GRDF souligne qu'il est nécessaire de permettre le recours aux poids lourds à gaz au-delà de 2040. Elle met en avant la notion de neutralité technologique qui doit être celle de la Commission, la décarbonation à 80 % permise par les poids lourds roulant au biogaz par rapport à leurs équivalents diesel et la préservation de la souveraineté énergétique.

Dans sa prise de position du 30 mars 2023<sup>(20)</sup>, l'Association des constructeurs européens d'automobiles (ACEA), qui avait plaidé en janvier auprès de Frans Timmermans, premier vice-président de la Commission européenne en charge du pacte vert pour l'Europe, pour que le texte n'interdise pas

complètement les émissions de gaz à effet de serre en 2040<sup>(21)</sup> et qui apparemment a été écoutée, rappelle que « les constructeurs de camions et d'autobus de l'ACEA se sont fermement engagés à fournir les bons véhicules pour faire évoluer l'industrie européenne du transport routier vers des solutions sans énergie fossile d'ici à 2040, en mettant l'accent sur les véhicules électriques à batterie et à hydrogène ». Elle souligne néanmoins qu'à la différence des véhicules particuliers, le marché des poids lourds est un marché *BtoB* dominé par la demande et la rentabilité économique des produits vendus. Elle constate que les conditions de développement des véhicules zéro émission électriques ne sont réunies ni en termes de points de recharge ni en termes économiques, et demande donc à la fois le déploiement d'installations de recharge et la mise en place d'un réel prix du carbone, ainsi que des mesures de soutien de la demande. Elle plaide par ailleurs pour qu'une revue annuelle de ces conditions soit menée par la Commission et que les objectifs du texte soient révisés si ces conditions ne sont pas mises en œuvre. Enfin, elle souligne la divergence qui existe entre la proposition de texte définissant les normes Euro 7, qui permet en 2040 une proportion de vente de plus de 40 % de poids lourds diesel (en incluant les diesel hybrides et les hybrides rechargeables) et le texte récent qui prévoit de limiter à une dizaine de pourcents environ l'immatriculation des nouveaux diesel, et demande, en conséquence, que la Commission revoit le texte sur les normes Euro 7.

Espen Hauge, président de l'Association européenne pour l'électromobilité (AVERE), souligne le besoin pour l'industrie de disposer de signaux clairs et ajoute que « les TCO [coûts totaux de possession] des camions électriques seront gagnants dans quelques années, puis que cela ira très vite »<sup>(22)</sup>. La Californie devrait, quant à elle, après autorisation du gouvernement fédéral, imposer un déploiement massif des véhicules électriques : d'ici à 2035, 55 % des camionnettes de livraison et des petits camions, 75 % des bus et des gros camions, et 40 % des semi-remorques et autres gros camions vendus dans l'État devraient être entièrement électriques<sup>(23)</sup>.

<sup>(18)</sup> Article 103 de la loi n°2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

<sup>(19)</sup> <https://sites.grdf.fr/web/tribune-r%C3%A8glement-co2-poids-lourds>

<sup>(20)</sup> <https://www.acea.auto/publication/position-paper-review-of-co2-emission-standards-regulation-for-heavy-duty-vehicles-2/>

<sup>(21)</sup> <https://www.acea.auto/news/euro-vii-and-co2-regulations-for-heavy-duty-vehicles/>

<sup>(22)</sup> <https://www.euractiv.com/section/electric-cars/news/automotive-suppliers-slam-likely-ban-of-combustion-trucks/>

<sup>(23)</sup> <https://www.nytimes.com/2023/03/31/climate/california-electric-trucks-emissions.html>

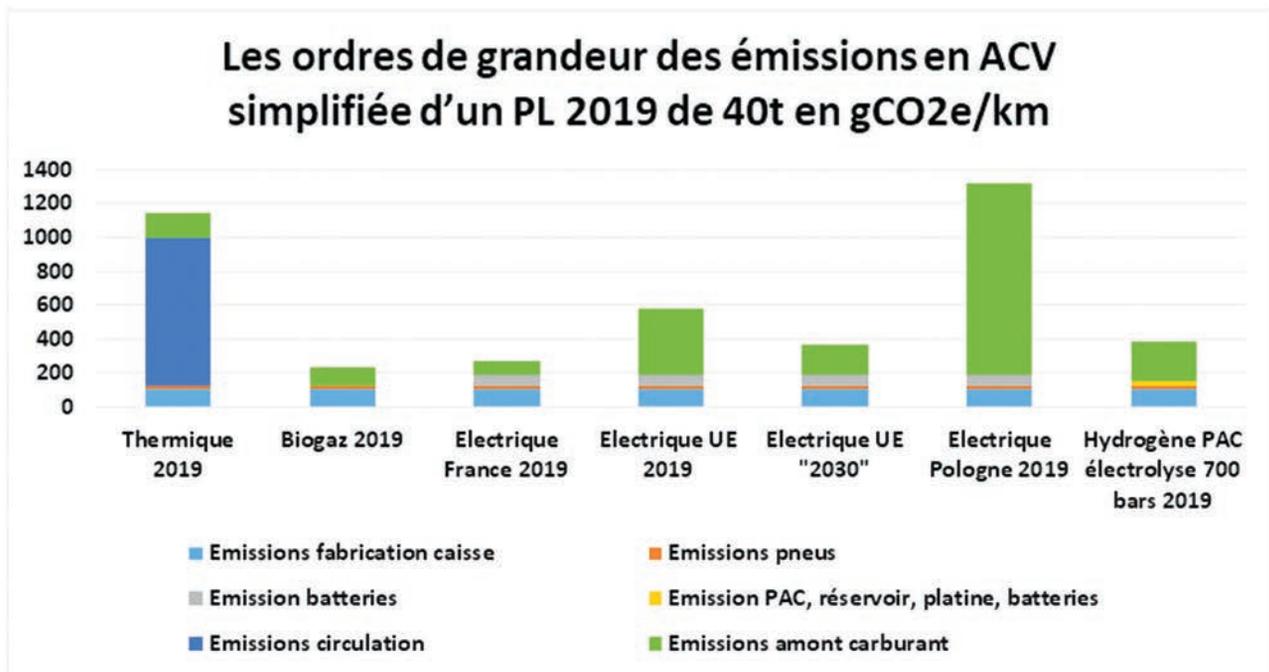


Figure 3 : Émissions en ACV des poids lourds – Source : rapport du groupe de travail sur les motorisations de l'exercice de prospective France stratégie/IGEDD<sup>(24)</sup>.

Note : Ce graphique, qui fournit des ordres de grandeur des émissions en ACV d'un poids lourd (PL) de 40 tonnes de PTAC, illustre quatre points : 1) il existe plusieurs technologies de décarbonation des PL permettant de fortes réductions, 2) les émissions de l'amont du cycle pétrolier sont supérieures à celles de la fabrication de la batterie du PL électrique ; 3) dès aujourd'hui, un PL électrique construit en Europe émet moins de CO<sub>2</sub> en ACV qu'un PL thermique (sauf s'il utilise de l'électricité produite en Pologne), et 4) le PL électrique dit 2030 ne diffère du PL 2019 que par l'intensité des émissions liées à la production de l'électricité (118 gCO<sub>2</sub>/kWh contre 255 gCO<sub>2</sub>/kWh, conformément aux chiffres (volontaristes) de l'Agence européenne de l'environnement<sup>(25)</sup>).

### Des bus à zéro émission dès 2030 : un enjeu industriel et financier

Un point pour le moment peu évoqué de cette même proposition de la Commission est qu'elle prévoit l'arrêt de la vente des bus émetteurs de gaz à effet de serre en 2030. Là encore, le texte européen va plus loin que le texte français qui prévoit la fin de la vente des véhicules lourds neufs affectés au transport de personnes et utilisant majoritairement des énergies fossiles d'ici à 2040<sup>(26)</sup>.

Ces véhicules « zéro émission » existent déjà et sont fortement présents dans certaines villes (en Île-de-France, notamment), aussi bien dans le déploiement de bus au biométhane que de bus électriques. À la différence de la France, le texte européen exclut, comme pour les poids lourds, le GNV et les biocarburants. Il va ainsi dans le sens de la réduction des émissions de gaz à effet de serre et de la dépollution des villes, mais renchérit sensiblement le coût à l'achat des véhicules.

Dans ce segment, l'enjeu le plus important reste celui de la constitution d'une filière industrielle européenne du bus électrique capable de résister à la concurrence des autres pays, de la Chine en particulier.

En 2019, dans un marché chinois du bus quasiment entièrement passé à l'électrique, environ 100 000 bus électriques étaient vendus chaque année, contre 1 700 pour toute l'Union européenne. L'idée aurait pu consister à privilégier le bus à hydrogène, mais dès lors que la distance effectuée dans la journée est parfaitement connue, un bus électrique peut rendre le même service avec une consommation d'énergie au minimum deux fois moindre.

Le deuxième enjeu est celui du financement. Même s'il doit s'atténuer avec le temps, le surcoût de l'achat de bus électriques par les collectivités et les autorités organisatrices de la mobilité est aujourd'hui très important, dans un contexte où le modèle économique des transports urbains est par ailleurs déjà très précaire<sup>(27)</sup> et devrait probablement continuer à faire l'objet d'aides en 2030 pour éviter une baisse de l'offre du transport collectif.

<sup>(24)</sup> [https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/prospective\\_2040-2060\\_des\\_transports\\_et\\_des\\_mobilites\\_-\\_rapport\\_thematique\\_-\\_motorisation\\_-\\_fevrier\\_2022.pdf](https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/prospective_2040-2060_des_transports_et_des_mobilites_-_rapport_thematique_-_motorisation_-_fevrier_2022.pdf)

<sup>(25)</sup> <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>

<sup>(26)</sup> Article 103 de la loi n°2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

<sup>(27)</sup> Voir, notamment, le rapport du Conseil d'orientation des infrastructures, « Investir plus et mieux dans les mobilités pour réussir leur mutation », 2023, <https://www.ecologie.gouv.fr/conseil-dorientation-des-infrastructures-coi>

Le graphique ci-après montre que, dans la plupart des pays européens, un remplacement immédiat des bus diesel par des bus électriques apporterait un gain non négligeable en termes d'émissions de GES, lequel serait néanmoins plus faible en Pologne. En effet, ce pays présentait en 2019, compte tenu de la part importante du charbon dans son mix électrique, un chiffre d'émissions de 745 gCO<sub>2</sub>/kWh produit (contre 255 gCO<sub>2</sub>/kWh produit en moyenne dans l'UE-27).

## Préparer le futur

Plusieurs points nécessitent d'être améliorés dans le futur et doivent être préparés, notamment la méthodologie des analyses de cycle de vie des véhicules, la révision des objectifs de réduction des émissions des véhicules et, bien sûr, la détermination du périmètre précis des carburants neutres en carbone.

### Il est souhaitable d'aboutir à une ACV normalisée

Même si les ordres de grandeur auxquels ils aboutissent permettent de tirer des enseignements robustes, les calculs en ACV simplifiée présentés ci-dessous présentent de fortes incertitudes : les fabricants de batteries ne publient pas toujours les données relatives aux émissions de gaz à effet de serre de leurs usines

ni celles associées à leurs filières d'approvisionnement, ce qui oblige à effectuer des hypothèses pour reconstituer les données correspondantes. Les analyses concernant le carbone doivent de plus être complétées par les empreintes sur les ressources, notamment minérales, pour disposer d'une vision complète des enjeux.

Les nouvelles estimations fournies par la base de données du laboratoire national d'Argonne<sup>(28)</sup>, qui fait autorité sur la scène internationale, montrent que les émissions liées à la fabrication des batteries et à la chaîne d'approvisionnement de leurs composants, qui dépendent naturellement du type de la batterie considérée et de son lieu de production, sont nettement plus faibles que les chiffres considérés au début de cet article : entre 50 et 70 kgCO<sub>2</sub> eq/kWh de batterie produite, alors que les graphiques précédents reposaient sur des valeurs de 101 kgCO<sub>2</sub> eq/kWh. De plus, si actuellement la majeure partie des batteries utilisées en Europe proviennent d'Asie, le mix électrique européen devrait permettre à l'avenir de faire baisser encore plus ces émissions, dès lors que les batteries seront fabriquées dans les pays européens les moins émetteurs (l'intensité carbone de l'électricité est de 679 gCO<sub>2</sub>/kWh en Corée, contre 10 gCO<sub>2</sub>/kWh en Suède et 55,7 gCO<sub>2</sub>/kWh en France) (voir la Figure 5 de la page suivante).

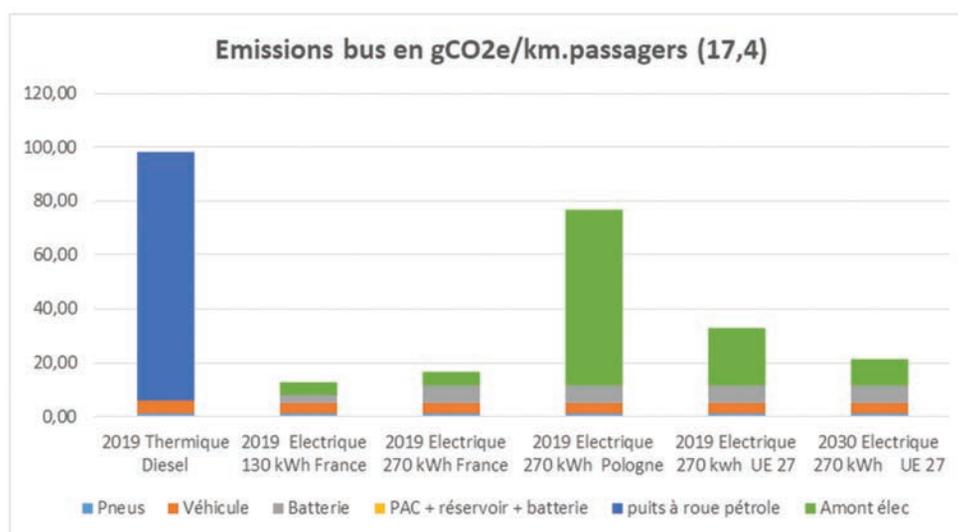


Figure 4 : Émissions CO<sub>2</sub> des bus (bus d'une longueur de 12 mètres, parcourant chaque année 40 000 km pendant 12 ans et avec 17,4 passagers, en moyenne, à son bord) – Source : IFPEN pour les trois premières colonnes, et rapport du groupe de travail sur les motorisations de l'exercice de prospective France stratégie/IGEDD<sup>(29)</sup> pour les trois suivantes.

Note : Ce graphique, correspondant à un calcul en ACV simplifiée, montre que : 1) dès aujourd'hui, le remplacement de bus diesel par des bus électriques conduit à un gain important d'émissions de gaz à effet de serre, représentant un facteur de 4 dans l'ensemble de l'Union, 2) ce facteur devrait être de 5 en 2030, et 3) ce gain reste positif en Pologne, et ce dès aujourd'hui, même s'il est beaucoup plus faible. Pour réaliser ce graphique, il a été supposé que le bus utilisera deux batteries durant toute sa durée de vie : c'est une hypothèse naturellement conservatrice (qui renforce le sens des constatations précédentes).

<sup>(28)</sup> Travaux d'amélioration du modèle GREET (Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Technologies) et de sa base de données. Voir, en particulier : WINJOBI Olumide, KELLY Jarod C. & DAI Qiang (2022), *Life-cycle analysis, by global region, of automotive lithium-ion nickel manganese cobalt batteries of varying nickel content*.

<sup>(29)</sup> [https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/prospective\\_2040-2060\\_des\\_transports\\_et\\_des\\_mobilites\\_-\\_rapport\\_thematique\\_-\\_motorisation\\_-\\_fevrier\\_2022.pdf](https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/prospective_2040-2060_des_transports_et_des_mobilites_-_rapport_thematique_-_motorisation_-_fevrier_2022.pdf)

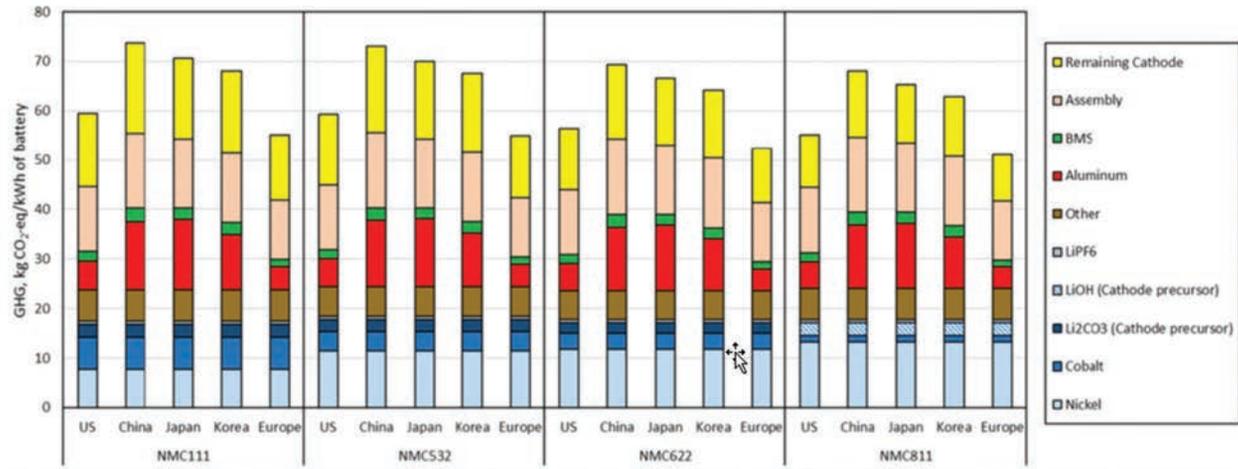


Figure 5 : Émissions de gaz à effet de serre liées à la fabrication des batteries au lithium en fonction de leur composition et de leur lieu de production – Source : WINJOBI *et al.* (2022)<sup>(30)</sup>, Argonne National Laboratory.

Note : L'article utilise les dernières données de la base GREET et montre que : 1) la transition d'une batterie nickel manganèse cadmium (NMC 111), dans laquelle ces trois éléments sont en égale proportion, vers une batterie NMC 611, de plus en plus couramment utilisée, à plus forte teneur en nickel (NMC 611 est une composition de cathode avec 60 % de nickel, 10 % de manganèse et 10 % de cobalt), conduit à de moindres émissions (ainsi qu'à une meilleure densité énergétique massique) ; 2) le contenu carbone de l'électricité plus faible en Europe conduit à des émissions plus faibles lors de la fabrication ; et 3) il existe une très forte dispersion des émissions entre les différentes chaînes d'approvisionnement et de production : les émissions liées à la fabrication du NMC 611 peuvent ainsi varier de 25 à 110 kgCO<sub>2</sub>/kWh par batterie.

Une nouvelle génération de batteries, dites « tout solide », caractérisées par un électrolyte solide et une plus grande densité énergétique massique, pourrait enfin voir le jour entre 2025 et 2030/2035 et diminuer encore les émissions<sup>(31)</sup>. Il est aussi possible, sinon probable, que coexistent dans le futur plusieurs types de batteries en fonction de l'usage retenu<sup>(32)</sup>.

Dans ces conditions, il est demandé dans le règlement à la Commission de publier, au plus tard le 31 décembre 2025, un rapport établissant une méthode commune pour l'évaluation et l'harmonisation de la communication des données relatives aux émissions de CO<sub>2</sub> tout au long du cycle de vie des voitures particulières et des véhicules utilitaires légers mis sur le marché de l'Union.

Au-delà de ce texte, il convient d'espérer que cette recommandation se traduise dans le court-moyen terme par une information « certifiée » donnée au consommateur sur les émissions liées à la fabrication du véhicule et de sa batterie. Il restera alors à la traduire en un ou plusieurs signaux-prix qui conduiront le consommateur à s'orienter vers les véhicules les moins émetteurs de gaz à effet de serre sur l'ensemble de leur durée de vie et inciteront les fabricants de véhicules et de batteries à réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> : il faut bien évidemment privilégier une batterie produite dans un pays avec une électricité bas-carbone à une batterie fabriquée à partir d'une électricité provenant à majorité du charbon ou du lignite.

<sup>(30)</sup> WINJOBI Olumide, KELLY Jarod C. & DAI Qiang (2022), "Life-cycle analysis, by global region, of automotive lithium-ion nickel manganese cobalt batteries of varying nickel content", *Sustainable Materials and Technologies*, Elsevier.

### Le règlement européen sera soumis à des révisions périodiques : il faut s'en féliciter et les préparer

Le règlement prévoit des rapports bisannuels de suivi de cette politique. Au plus tard le 31 décembre 2025, et tous les deux ans par la suite, la Commission soumettra un rapport au Parlement européen et au Conseil sur les progrès accomplis vers une mobilité routière à émission nulle. Le rapport examinera et évaluera en particulier la nécessité d'éventuelles mesures supplémentaires pour faciliter une transition juste, y compris par l'octroi de moyens financiers.

De plus, ce texte prévoit que la Commission réalise une évaluation, en 2026, de l'efficacité et de l'impact du règlement et la présente au Parlement européen et au Conseil. Cette évaluation doit tenir compte des évolutions technologiques, y compris celles des technologies hybrides rechargeables, et de l'importance d'une transition économiquement viable et socialement équitable vers une mobilité à émission nulle. Enfin, le texte précise que cette évaluation doit conduire la Commission à se prononcer sur la nécessité de réexaminer les objectifs de décarbonation qu'il contient.

<sup>(31)</sup> En effet, des batteries utilisant un électrolyte solide ne nécessiteraient pas le poste indispensable au séchage de l'électrolyte liquide (39 % de l'énergie consommée durant la phase de fabrication), et l'augmentation de la taille des usines devrait améliorer notablement le rendement de l'énergie consacrée au maintien d'un fonctionnement dans les conditions d'une salle blanche (43 %).

<sup>(32)</sup> Voir, notamment, le rapport « Motorisation » de la prospective France stratégique/IGEDD (page 70).

On retrouve ici l'un des enseignements de la réflexion sur le traitement des incertitudes conduite dans l'exercice de prospective déjà mentionné : des révisions régulières des politiques doivent être menées pour les adapter à l'évolution des contextes climatique, technologique, social et économique. Comme le souligne le Commissaire en charge du marché intérieur, Thierry Breton, la fin de la vente des véhicules particuliers émetteurs de carbone doit pouvoir être révisée en fonction non seulement du contexte économique, mais aussi de l'évolution de la situation des constructeurs européens. Fixer un point de rendez-vous à 2026 pour ajuster cette mesure et se réinterroger sur le devenir des véhicules thermiques et hybrides au sein l'Union européenne au-delà de 2035 n'est pas entretenir un climat d'incertitude qui serait néfaste aux anticipations par les acteurs économiques, c'est simplement prendre en compte, de façon pragmatique, les connaissances disponibles.

Les constructeurs qui ralentiraient leurs investissements au motif de cette clause de revoyure commettraient très vraisemblablement une erreur stratégique qui ne ferait que les affaiblir vis-à-vis des entreprises concurrentes, notamment étrangères, qui poursuivent le développement du véhicule électrique à marche forcée.

### Les carburants de synthèse neutres en carbone ne constitueront probablement une solution que pour des segments très spécifiques de la mobilité

Le paragraphe 11 du préambule du règlement, ajouté, à la dernière minute, à la demande de l'Allemagne lors du Conseil Environnement de fin juin 2022, sous présidence française, ouvrait déjà la voie aux carburants de synthèse neutres en carbone : « Après consultation des parties prenantes, la Commission présentera une proposition concernant l'immatriculation après 2035 des véhicules fonctionnant exclusivement avec des carburants neutres en CO<sub>2</sub>, conformément au droit de l'Union ». De fait, il existait déjà une définition des carburants neutres en carbone (e-fuels), définis comme des carburants liquides ou gazeux d'origine non biologique, dont la combustion conduit à des émissions de GES inférieures à un certain seuil. À l'issue de l'adoption de ce texte, la Commission devrait donc « créer » une nouvelle catégorie de véhicules (ou, en l'occurrence, de motorisation), définis comme des véhicules « ne fonctionnant qu'avec ces carburants », ce qui pourrait permettre aux constructeurs de poursuivre, dans une certaine mesure, la vente au-delà de 2035 de moteurs thermiques utilisant des carburants synthétiques.

Cette idée peut notamment être illustrée par le projet développé au Chili notamment par Porsche et Siemens Energy et soutenu par le gouvernement allemand : il consiste à produire de l'électricité à bas coût à l'aide d'éoliennes terrestres, à générer de l'hydrogène dans des électrolyseurs adaptés et à le combiner avec du CO<sub>2</sub> issu de l'air pour obtenir, dans un premier temps, du méthanol, puis, dans un deuxième temps, des carburants de synthèse, grâce à un procédé développé par EXXON, et enfin à les transporter par

voie maritime jusqu'en Allemagne. L'usine, mise en service en décembre 2022, devrait produire 55 millions de litres de carburants de synthèse en 2025, puis 550 millions de litres en 2027. Ce projet préfigure la réponse, du point de vue des autorités allemandes, à un besoin à terme de carburants neutres en carbone qui ne pourra être satisfait ni par le gisement national de biomasse ni par la production d'électricité. Selon les déclarations de représentants de Bosch, le prix du litre de carburant ainsi obtenu pourrait même être voisin, hors taxes, de 1,20 €/litre en 2030 et tomber en dessous d'un euro en 2050<sup>(33)</sup>. La mobilité automobile (et les moteurs thermiques) seraient ainsi préservés, moyennant une légère augmentation du coût du litre de carburant.

Plusieurs arguments viennent cependant modérer cet enthousiasme, qui est donc loin d'être partagé :

- La pollution atmosphérique (hors émissions de CO<sub>2</sub>) que ces carburants généreraient serait, comme Transport & Environment<sup>(34)</sup> l'a montré, comparable à celle d'un véhicule thermique actuel. Se poserait donc la question à terme de la circulation de ces véhicules dans les centres-villes et dans les ZFE.
- D'un point de vue énergétique, le rendement du puits à la roue d'un carburant synthétique serait quatre à cinq fois inférieur à celui d'une voiture électrique utilisant l'électricité produite. Le schéma de la page suivante (voir la Figure 6), extrait de l'article de Falko Ueckerdt *et al.*<sup>(35)</sup> publié dans la revue *Nature*, montre qu'il serait de 0,16 pour un tel moteur, contre 0,81 pour un véhicule électrique utilisant directement l'électricité. Cela se conçoit assez aisément : en effet, il faut pour le moteur thermique prendre en compte les rendements successifs d'un électrolyseur (0,7, au mieux), d'une réaction de Fischer-Tropsch pour produire le carburant (0,8) et, enfin, celui du moteur thermique lui-même (0,3).
- Toujours selon les mêmes références, ce schéma n'a de sens que si l'électricité utilisée est décarbonée. Si l'électricité était celle issue du mix allemand actuel, les émissions de CO<sub>2</sub> seraient supérieures de 1,8 à 2,6 fois celles d'un véhicule thermique<sup>(36)</sup>. De fait, les e-fuels ne permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre que si le contenu en CO<sub>2</sub> de l'électricité utilisée pour les produire est inférieur à 100 gCO<sub>2</sub>/kWh<sup>(37)</sup>.
- Même si, à terme, des baisses pourraient intervenir, les coûts de production risqueraient de rester élevés en raison de la complexité du processus indus-

<sup>(33)</sup> <https://www.bosch.com/stories/denners-view-synthetic-fuels-and-electromobility/>

<sup>(34)</sup> <https://www.transportenvironment.org/discover/in-tests-cars-powered-by-e-petrol-pollute-the-air-as-much-as-petrol/?twclid=11470383450314186756>

<sup>(35)</sup> L'article "Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation" publié dans la revue *Nature Climate Change*. Auteurs de l'article : Falko Ueckerdt, Alois Dirnacher, Romain Sacchi, Paul Scherrer et Gunnar Luderer, tous membres du Potsdam Institute for Climate Impact Research,., May 2021, DOI: 10.1038/s41558-021-01032-7, [https://www.researchgate.net/publication/351376346\\_Potential\\_and\\_risks\\_of\\_hydrogen-based\\_e-fuels\\_in\\_climate\\_change\\_mitigation](https://www.researchgate.net/publication/351376346_Potential_and_risks_of_hydrogen-based_e-fuels_in_climate_change_mitigation)

<sup>(36)</sup> *Ibidem.*

<sup>(37)</sup> *Ibidem.*

triel décrit ci-dessus. En retenant la même référence, on estime ainsi le coût actuel des e-fuels à environ 220 €/MWh, soit environ 2,2 €/litre (avec un coût de l'hydrogène de 2,7 €/kg et une capture du CO<sub>2</sub> dans l'air<sup>(38)</sup>). BNEF estime, pour sa part, que le coût actuel du diesel synthétique serait aujourd'hui compris entre 3,5 et 7 \$/l<sup>(39)</sup>.

En résumé, à ce stade :

- les e-fuels auront sans doute du mal à être compétitifs dans les secteurs où des solutions à batterie seront disponibles. Cela s'applique en particulier aux véhicules particuliers ;
- il en sera probablement de même dans les secteurs où l'hydrogène peut être utilisé directement, autrement dit sans être retransformé en essence (potentiellement pour les poids lourds) ;
- si la baisse de leurs coûts de production était réellement entravée par la complexité de leur processus industriel, les e-carburants ne seraient alors produits qu'en quantité limitée, ce qui conduirait à les réserver (en complément des biocarburants) aux usages pour lesquels il n'y aurait pas d'autres solutions : dans l'aérien long-courrier, par exemple (et ce tant que les défis technologiques de la production d'hydrogène<sup>(40)</sup> et de la modification du *design* des avions correspondants n'auront pas été relevés par ce secteur, ce qui représente un effort considérable de recherche et développement pour les long-courriers)<sup>(41)</sup> ;

• dans de tels secteurs, un développement résolu des e-fuels devrait conduire à une baisse de leurs coûts permettant de maintenir leur activité. Des subventions publiques permettant leur développement seraient donc logiques : c'est ce qu'envisage le gouvernement allemand. Le recours aux contrats pour différence pourrait ainsi être étudié ;

• l'intérêt des e-fuels pour la mobilité routière semble finalement assez limité. En ce sens, le développement envisagé par l'Allemagne de véhicules ne fonctionnant qu'avec des carburants neutres en carbone pourrait être restreint.

Enfin, il convient de souligner toute l'ambiguïté qui s'attache à la définition d'une nouvelle catégorie de véhicules qui ne fonctionneraient, pour reprendre les textes européens, qu'avec des carburants neutres en carbone : « des dispositifs devront être capables de détecter la présence des combustibles traditionnels et d'empêcher le véhicule de fonctionner s'ils en détectent »<sup>(42)</sup>. Dès lors que leurs compositions sont très proches de celles des carburants fossiles, la distinction doit-elle reposer sur une « coloration » différente entre les carburants fossiles et ceux de synthèse ? Une solution pourrait-elle être de reporter la garantie non pas uniquement sur la détection du produit par le véhicule, mais également sur un système

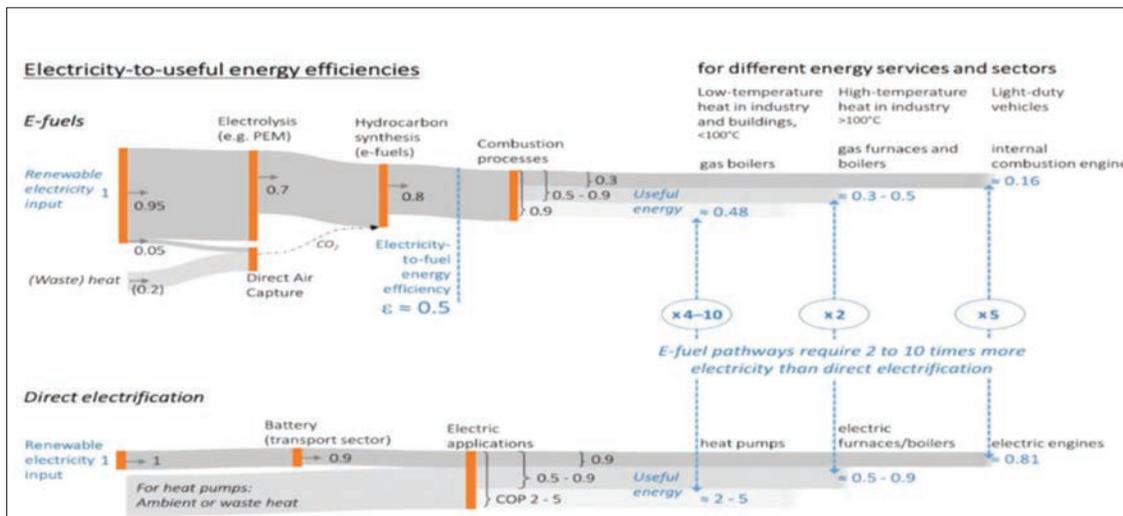


Figure 6 : Rendement comparé du puits à la roue des e-fuels et de l'électricité – Source : UECKERDT Falko, DIRNAICHNER Alois, SACCHI Romain, SCHERRER Paul & LUDERER Gunnar (2021)<sup>(43)</sup>.

<sup>(38)</sup> *Ibidem*.

<sup>(39)</sup> <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-04-06/europe-s-ev-push-nearly-faltered-over-fringe-fuels-that-are-years-away#xj4y7vzkg>

<sup>(40)</sup> Voir, notamment, le rapport IGEDD-CGE « Sécurité du développement de la filière hydrogène ». Rapporteurs : Bernard Larrourou et Michel Rostagnat, de l'IGEDD, et Emmanuel Clause et Isabelle Wallard, du CGE, 2023, <https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/securite-du-developpement-de-la-filiere-hydrogene-a3623.html>

<sup>(41)</sup> « La décarbonation et la réduction des émissions atmosphériques polluantes des transports aériens, maritimes et fluviaux – Article 81 de la loi d'orientation des mobilités ». Rapport de l'IGEDD. Rapporteurs : Geoffroy Caude, Thierry Lempereur et Dominique Auverlot, février 2021.

<sup>(42)</sup> Traduction de "Vehicles running exclusively on carbon neutral fuels are vehicles designed and constructed so that they cannot run with other types of fuels. If fuelled with regular fuels, such vehicles should be able to detect it and stop the vehicle from starting until it is fuelled with carbon neutral fuel".

<sup>(43)</sup> "Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation", article publié dans la revue *Nature Climate Change*. Auteurs de l'article : Falko Ueckerdt, Alois Dirnainchner, Romain Sacchi, Paul Scherrer et Gunnar Luderer, tous membres du Potsdam Institute for Climate Impact Research. May 2021, DOI: 10.1038/s41558-021-01032-7, [https://www.researchgate.net/publication/351376346\\_Potential\\_and\\_risks\\_of\\_hydrogen-based\\_e-fuels\\_in\\_climate\\_change\\_mitigation](https://www.researchgate.net/publication/351376346_Potential_and_risks_of_hydrogen-based_e-fuels_in_climate_change_mitigation)

défini conjointement entre le fournisseur et le constructeur et reposant sur un protocole d'échange sécurisé entre le système de ravitaillement et le véhicule, pour que le remplissage ne puisse se faire qu'avec un carburant certifié ? Si le système est forcé, le véhicule pourrait-il alors se mettre en défaut et empêcher le fonctionnement, conformément aux spécifications envisagées par la Commission ?

Ce point pourrait être examiné lors de la mise en œuvre de la clause de revoyure du texte prévue en 2026. Le paragraphe 11 du préambule indique d'ailleurs, explicitement, que la Commission doit suivre les progrès accomplis dans le secteur en matière d'innovation dans le cadre de son rapport d'étape et que les technologies innovantes, telles que la production de carburants de synthèse avec capture du CO<sub>2</sub> dans l'air, si elles sont développées plus avant, puissent offrir des perspectives en termes de mobilité abordable et neutre pour le climat.

## Conclusion

L'abandon, en moins d'une génération, de l'utilisation des carburants d'origine fossile, que nous impose la lutte contre le changement climatique, représente une transition industrielle considérable pour le monde automobile également confronté à la crise du diesel-gate. La filière automobile française en est évidemment très consciente. Les chiffres de ventes de véhicules neufs en France en mars 2023 donnent une idée de l'ampleur de la transformation que connaît ce secteur : vente de 17 % de véhicules électriques pour 11 % de véhicules diesel.

La technologie permet de réaliser une grande partie de ce chemin et les innovations sont nombreuses : le futur moteur électrique sans terres rares, conçu par Valéo, Renault et Siemens et dont la diffusion devrait intervenir à partir de 2026<sup>(44)</sup>, en est une illustration. Cette innovation technologique ne suffira cependant pas, ce qui nous oblige en parallèle à aller vers plus de sobriété et à réinventer nos mobilités et nos modes de déplacement<sup>(45)</sup>.

Les évolutions qui résultent de cette transition environnementale et énergétique ne pourront cependant être réussies que dans la mesure où un dialogue de confiance s'instaure, ou plutôt se réinstaure entre les constructeurs, les équipementiers, les États, la Commission et le Parlement européen, de façon à ce que les projets de règlements en cours de discussion et leurs suites débouchent sur des décisions pragmatiques tenant compte tout à la fois de l'urgence climatique et de la capacité d'évolution des acteurs industriels.

De plus, il est nécessaire que différentes mesures sociales et industrielles d'accompagnement non seulement des entreprises, mais également des femmes et des hommes et des territoires impliqués, soient effectivement mises en œuvre.

---

<sup>(44)</sup> Voir, notamment : <https://www.am-today.com/article/renault-et-valeo-veulent-un-moteur-electrique-sans-terres-rares>

<sup>(45)</sup> ROCHE Pierre-Alain (2023), « Conversion électrique et sobriété : des leviers complémentaires », *Les Cahiers français*, <https://www.dila.premier-ministre.gouv.fr/actualites/presse/communiqués/quel-apres-petrole>