



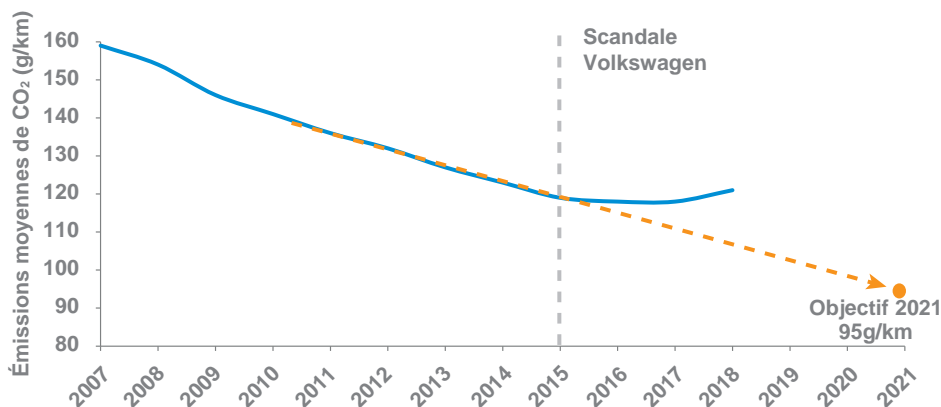
Comment faire enfin baisser les émissions de CO₂ des voitures

Face à l'urgence climatique, l'Union européenne a fixé à 95 grammes par kilomètre en 2021 les émissions de CO₂ moyennes des voitures neuves. En avril 2019, elle a adopté l'objectif d'une baisse supplémentaire de 37,5 % à horizon 2030. Or ces émissions carbone, loin de baisser, viennent de connaître deux années de hausse consécutives. Voilà les constructeurs automobiles au pied du mur. Ils vont devoir accomplir trois ans d'affilée une performance jamais réalisée au cours des vingt dernières années : abaisser les émissions moyennes de CO₂ des ventes de voitures neuves de 10 grammes par an. Et à horizon 2030, il leur faudra encore diviser par deux les émissions par rapport à 2018. Est-ce possible ? Par quelles mesures les pouvoirs publics peuvent-ils accompagner cet effort ?

Les constructeurs ont déjà beaucoup travaillé ces dix dernières années sur l'amélioration des rendements des moteurs thermiques, sur l'aérodynamisme et l'allègement des voitures. Les deux leviers les plus prometteurs sont aujourd'hui la réduction de la taille des voitures et leur électrification.

Pour atteindre ces objectifs, un bonus-malus indexé sur le poids et sur l'utilisation en mode électrique des voitures pourrait être mis en place au niveau européen. L'instauration d'une norme limitant l'empreinte carbone associée à la production de ces voitures permettrait aussi de s'assurer que les voitures à faibles émissions et leurs batteries soient fabriquées avec une électricité peu carbonée. On l'aura compris : pour l'Union européenne, l'enjeu n'est pas seulement environnemental mais aussi économique et social.

Émissions moyennes de CO₂ mesurées en laboratoire et objectifs pour les voitures neuves en Union européenne



Source : France Stratégie d'après les données Jato

Nicolas Meilhan

Conseiller scientifique,
Département Développement
durable et Numérique

La *Note d'analyse* est publiée sous la responsabilité éditoriale du commissaire général de France Stratégie. Les opinions exprimées engagent leurs auteurs et n'ont pas vocation à refléter la position du gouvernement.

INTRODUCTION

Le transport est le mauvais élève du protocole de Kyoto. Depuis 1990, la plupart des secteurs économiques ont diminué leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'Union européenne. Seul le transport¹, qui représente plus d'un quart des rejets de la zone, a vu son bilan s'aggraver : + 28 % en 2017 par rapport à 1990. La crise financière de 2008 a certes interrompu la hausse continue des émissions, mais la chute des prix du pétrole en 2014 et la reprise économique ont mis un terme à cette tendance baissière (voir graphique 1).

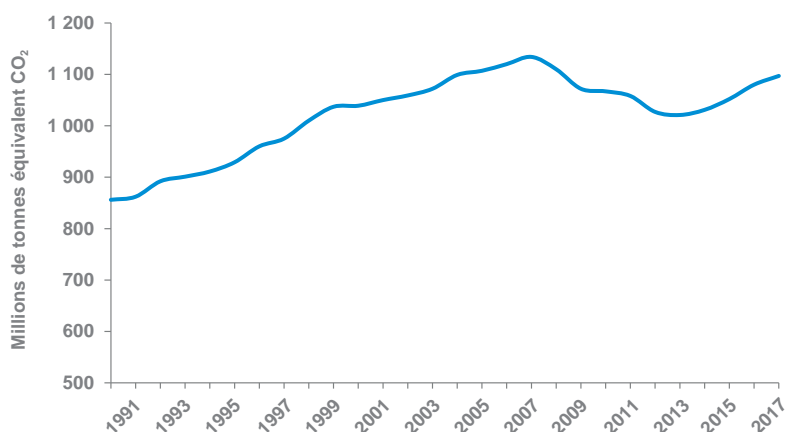
Les voitures particulières représentent près de la moitié des émissions de GES du transport. Elles font l'objet d'une attention particulière de la Commission européenne, dont l'objectif est d'atteindre en 2050 une réduction de 60 % des émissions de GES du secteur du transport par rapport à 1990.

À l'horizon rapproché de 2021, les constructeurs automobiles européens ont obligation de réduire les émissions moyennes de leurs ventes de voitures neuves de plus de 120 grammes de CO₂ par km en 2018 à 95 grammes, ce qui correspond à une consommation en carburant d'environ 4 litres aux 100 km. Les mesures se font sur cycle d'homologation, c'est-à-dire en laboratoire, sur banc roulant. Les constructeurs qui failliront se verront infliger une amende de 95 euros par gramme de CO₂ excédentaire par voiture vendue, amende qui pourrait se chiffrer en milliards d'euros pour les moins vertueux d'entre eux².

L'Europe s'est aussi engagée en avril 2019 sur une baisse supplémentaire de 37,5 % des émissions moyennes de CO₂ des voitures neuves à horizon 2030 par rapport à 2021³. Soit un nouveau seuil de 60 gr/km, qui implique une division par deux des émissions par rapport à 2018. Selon l'International Council on Clean Transportation (ICCT) — une organisation non gouvernementale spécialisée dans la réglementation environnementale —, le respect de l'accord de Paris nécessiterait un effort presque double, avec une baisse de 70 % des émissions de CO₂ pour les voitures neuves à horizon 2030⁴. La France, avec la Stratégie nationale bas-carbone⁵ (SNBC) et la Programmation pluriannuelle de l'énergie⁶ (PPE), vise quant à elle une baisse intermédiaire de 50 % des émissions de CO₂ des voitures neuves en 2030 par rapport à 2021, avec une consommation de carburant en conditions de conduite réelle de 4 litres aux 100 km pour les voitures thermiques neuves et une part de marché des voitures électriques de 45 % (dont 35 % de voitures électriques à batteries et 10 % de voitures hybrides rechargeables).

Alors que les émissions de CO₂ des voitures neuves sont repartiées à la hausse depuis deux ans avec la baisse de la part des motorisations diesel et la hausse de celle des SUV⁷, les constructeurs automobiles parviendront-ils à atteindre ce seuil de 95 g/km d'ici 2021 ? Et la baisse supplémentaire de 37,5 % d'ici 2030 ? Quels outils faut-il mettre en place pour qu'ils y parviennent, pour que la France puisse respecter ses engagements de l'accord de Paris, de la SNBC et de la PPE, mais aussi pour faire baisser la facture de carburant de tous les Français ?

Graphique 1 – Émissions de gaz à effet de serre du secteur du transport dans l'Union européenne, 1990-2017



Note de lecture : le transport aérien est inclus, pas le transport maritime. Les émissions de CO₂ sont mesurées en millions de tonnes équivalent CO₂.

Source : Agence européenne de l'environnement

1. Indicateur de l'Agence européenne pour l'environnement (2018) : « Greenhouse gas emissions from transport ».
2. MSCI (2017), « Death of diesel: a scenario analysis of which auto makers will pay higher emissions fines », novembre.
3. Conseil de l'Union européenne (2019), « Normes d'émissions de CO₂ pour les voitures et les camionnettes : le Conseil confirme un accord sur des limites plus strictes », communiqué de presse, 16 janvier.
4. International Council for Clean Transportation-ICCT (2018), « Recommendations for the proposed heavy-duty vehicle CO₂ standards in the European Union », *Position Brief*, juillet.
5. Ministère de la Transition écologique et solidaire (2018), *Projet de stratégie nationale bas-carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*, décembre.
6. Ministère de la Transition écologique et solidaire (2018), *Stratégie française pour l'énergie et le climat. Programmation pluriannuelle de l'énergie, 2019-2023, 2024-2028*, projet pour consultation.
7. Un SUV ou *Sport Utility Vehicle* est un véhicule de loisirs bicorps, pouvant posséder certaines capacités de roulage hors route ou de remorquage.



LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO₂ DU SECTEUR AUTOMOBILE : UN ÉCHEC EUROPÉEN

Une politique ambitieuse mais incomplète et inefficace

Dès les années 1990, la Commission européenne a mis en place une stratégie de réduction des rejets de CO₂ du secteur automobile reposant sur trois piliers : une baisse des émissions des voitures neuves, une fiscalité incitative et un étiquetage pour informer le consommateur.

Concernant le premier pilier, la Commission européenne a d'abord misé sur un accord volontaire : les constructeurs automobiles européens se sont engagés en 1998 à réduire les émissions de CO₂ de leurs voitures neuves de 25 % par rapport à 1995 pour atteindre 140 g/km en 2008⁸. Mais dès 2005, la Commission a dû se rendre à l'évidence : l'objectif ne serait pas atteint⁹. On est passés alors d'une logique reposant sur la responsabilité des constructeurs à une logique d'obligation : une première limite de 130 g/km a été imposée aux constructeurs automobiles en 2009 pour l'année 2015 et atteinte par la plupart d'entre eux avec deux ans d'avance. Une seconde limite de 95 g/km a été imposée en 2013 pour 2021, soit un nouvel effort de 35 g/km (voir graphique 2).

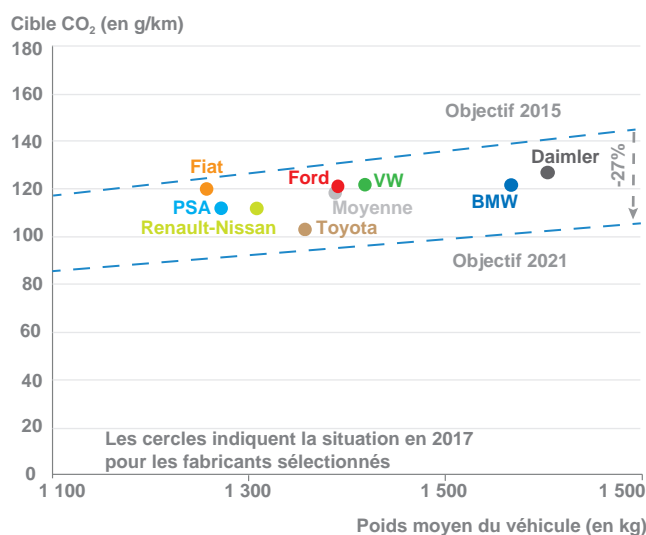
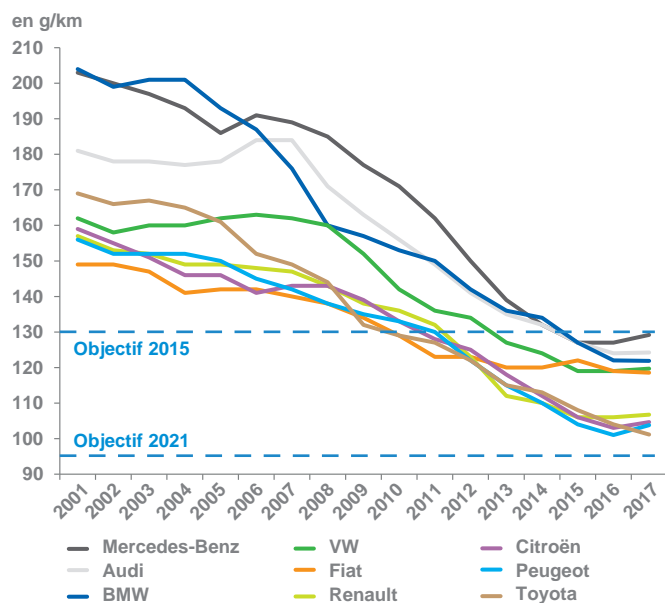
Contrairement aux engagements volontaires, qui étaient les mêmes pour tous, ces limites contraignantes peuvent

varier d'un constructeur à l'autre. L'Allemagne a en effet réussi à imposer en 2008¹⁰ un mode de calcul qui avantage les constructeurs de voitures lourdes, l'objectif à atteindre étant proportionnel au poids moyen de leurs ventes de voitures neuves¹¹. Les constructeurs de voitures plus légères se trouvent pénalisés car ils doivent réaliser une baisse équivalente alors que leurs clients disposent d'un pouvoir d'achat restreint pour payer le surcoût des technologies nécessaires à une telle réduction.

À titre d'exemple, Daimler, dont les émissions de CO₂ en 2017 sont proches de la limite de 130 g/km de 2015 et dont les voitures neuves ont un poids moyen de 1 607 kg, ne doit viser en 2021 qu'une moyenne de 103 g/km, soit les émissions de CO₂ du constructeur le plus vertueux en 2017. Ce constructeur vertueux – en l'occurrence Toyota – devra quant à lui accomplir un effort supplémentaire de 9 grammes d'ici à 2021, puisque le poids moyen de ses voitures est « seulement » de 1 359 kilos.

Sur le deuxième pilier, les États membres ont bloqué toute initiative d'harmonisation de la fiscalité automobile, qu'ils considèrent comme relevant de leur prérogative. Néanmoins, plusieurs États membres ont mis en œuvre au niveau national une fiscalité indexée sur les émissions de CO₂ des voitures, comme la France avec le bonus-malus entré en vigueur le 1^{er} janvier 2008.

Graphique 2 – Émissions moyennes de CO₂ des voitures neuves en UE de 2001 à 2017, et objectifs de réduction pour 2021, par constructeur automobile



Source : ICCT (2018)

8. Voir « EU: Light-duty: GHG Emissions » (2018), sur le site TransportPolicy.net.

9. Communication de la Commission (2005), *Mise en œuvre de la stratégie communautaire de réduction des émissions de CO₂ des voitures : cinquième communication annuelle sur l'efficacité de la stratégie*, juin.

10. Voir la *Déclaration conjointe du Conseil des ministres franco-allemand* du 8 juin 2008.

11. Le poids est ici utilisé pour simplifier le propos, mais c'est de la masse de véhicule en kilos qu'il s'agit.

En ce qui concerne l'information des consommateurs, la grande latitude accordée aux États membres pour la mise en place des étiquettes a abouti à des règles différentes d'un pays à l'autre. En Allemagne, par exemple, les émissions de CO₂ sont ramenées au poids de la voiture pour calculer sa note environnementale¹², ce qui permet à une Audi Q7 pesant l'équivalent de plus de deux Smart ForTwo, équipée d'un moteur trois fois plus puissant et émettant une fois et demi plus de CO₂ par km, de bénéficier de la note « B », tandis que la petite Smart ForTwo obtient la note « E »¹³. En France, pour établir cette note environnementale, seules comptent les émissions de CO₂ par km *en valeur absolue* : la Smart ForTwo décroche donc la note la plus élevée « A » tandis que l'Audi Q7 obtient la note « E ».

De ces trois piliers, seul le premier – l'objectif de réduction des émissions des voitures neuves – a donc été mis en place de manière harmonisée au niveau européen. De fait, les émissions de CO₂ des voitures neuves ont baissé... mais principalement sur le papier.

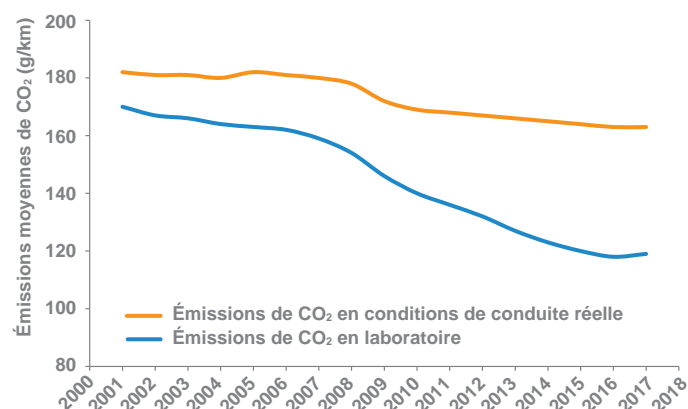
Des émissions en conditions de conduite réelle qui n'ont quasiment pas baissé en vingt ans

Entre 2001 et 2017, les émissions de CO₂ des voitures neuves mesurées en laboratoire, lors des tests d'homologation, ont baissé de 30 % (voir graphique 3). Mais *en conditions de conduite réelle*, elles n'ont diminué que de 10 %. Autrement dit, les deux tiers de la baisse depuis 2001 sont factices.

De 2001 à 2008, la diésélisation des ventes de voitures neuves a permis de compenser l'augmentation de la masse, de la taille et de la puissance des voitures tandis que la multiplication par quatre des ventes de SUV depuis 2010 a intégralement annihilé les efforts des constructeurs pour réduire les émissions de CO₂ des voitures neuves (voir graphiques 4 et 5) : travaux d'allègement permettant de stabiliser le poids de ces voitures toujours plus grosses, optimisation des rendements des moteurs thermiques et amélioration de l'aérodynamisme.

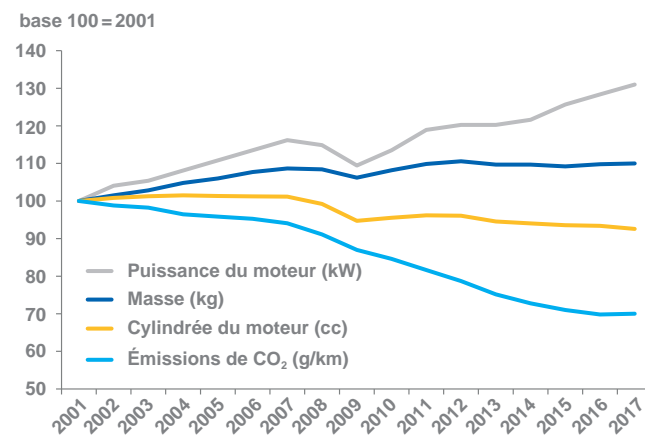
La seule baisse significative des émissions réelles de CO₂ des voitures neuves – 6 grammes de moins en 2009 – correspond à un pic des ventes de petites voitures concomitant à une chute des ventes de SUV (voir graphiques 5) : la baisse de pouvoir d'achat due à la crise financière et les primes à la casse mises en place dans certains États membres comme la France ont encouragé la vente de voitures plus légères.

Graphique 3 – Émissions moyennes de CO₂ des voitures neuves mesurées en conditions de conduite réelle et en laboratoire en Europe



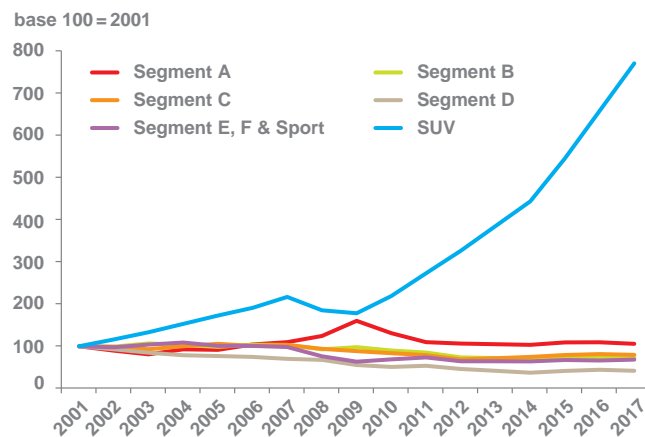
Source : ICCT (2019)

Graphique 4 – Évolution des caractéristiques techniques d'homologation des ventes de voitures neuves dans l'Union européenne, 2001-2017



Source : ICCT (2018)

Graphique 5 – Ventes de voitures neuves dans l'Union européenne, par segment, 2001-2017



Source : ICCT (2018)

12. Haq G. et Weiss M. (2016), « CO₂ labelling of passenger cars in Europe: Status, challenges, and future prospects », *Energy Policy*, vol. 95, p. 324-335, août.
13. Si on se reporte aux sites internet des constructeurs Audi et Smart.



Une étude récente sur plus de 1,3 million de voitures dans huit pays européens¹⁴ confirme que l'écart entre les émissions « officielles » de CO₂ mesurées en laboratoire sur le cycle d'homologation NEDC et celles mesurées en conditions de conduite réelle est passé de 9 % en 2001 à 39 % en 2017. Pour plus de la moitié, cet écart résulte des marges de manœuvre de la procédure de test d'homologation, les constructeurs pouvant jouer sur l'état de charge de la batterie, sur la non-représentativité du véhicule testé ou encore sur la tolérance des instruments de mesure (voir graphique 6)¹⁵.

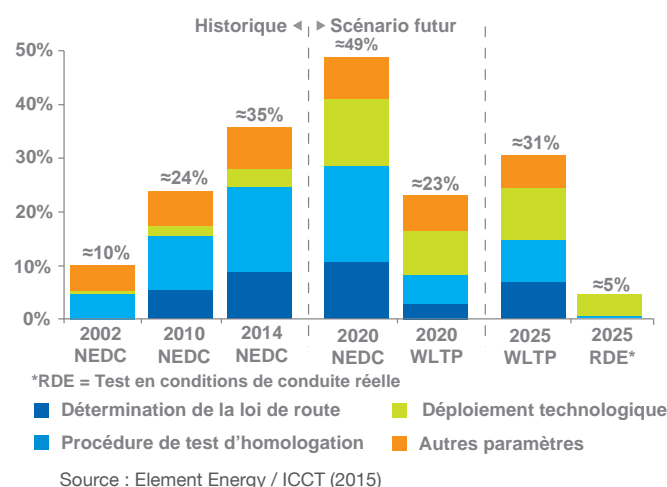
En matière de consommation, le décalage entre les performances annoncées par les constructeurs et la réalité a eu un impact significatif sur le budget carburant des ménages avec un surcoût annuel estimé de 400 euros par voiture selon l'ICCT¹⁶. Au niveau français, cela représente un surcoût total de 20 milliards d'euros sur les dépenses en carburant des ménages depuis le début des années 2000.

Un objectif difficile à atteindre sans électrification

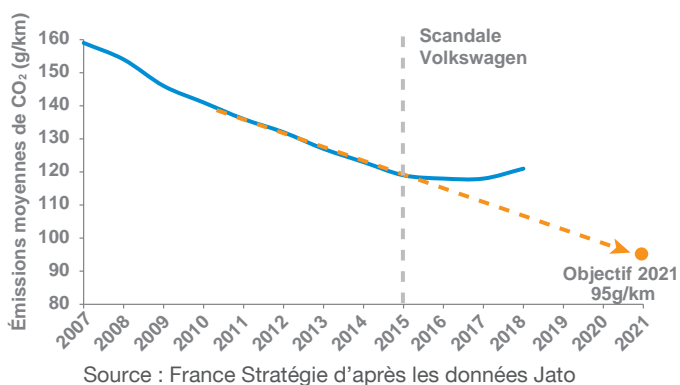
L'objectif des 95 grammes de CO₂ en 2021 semble désormais difficile à atteindre en comptant seulement sur les améliorations incrémentales de l'efficacité énergétique des voitures thermiques. De fait, après vingt-cinq années de baisse ininterrompue, les émissions de CO₂ mesurées en laboratoire ont augmenté pour la deuxième année consécutive en 2018¹⁷, avec l'effet combiné du succès des SUV qui continuent de gagner des parts de marché et la chute des ventes de voitures diesel depuis 2015 (voir graphique 7).

À la suite du scandale Volkswagen et des évaluations truquées des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) en septembre 2015¹⁸, plusieurs grandes villes européennes comme Paris, Berlin, Madrid ou Rome ont annoncé leur intention de limiter la circulation des voitures diesel les plus polluantes. Ces annonces se sont traduites par un recul de la part du diesel sur le marché du neuf (voir graphique 8), le consommateur anticipant des restrictions d'accès en ville à moyen terme et une baisse de la valeur résiduelle de sa voiture à la revente, sans parler de la hausse prévue du prix à la pompe du carburant dans certains pays comme la France.

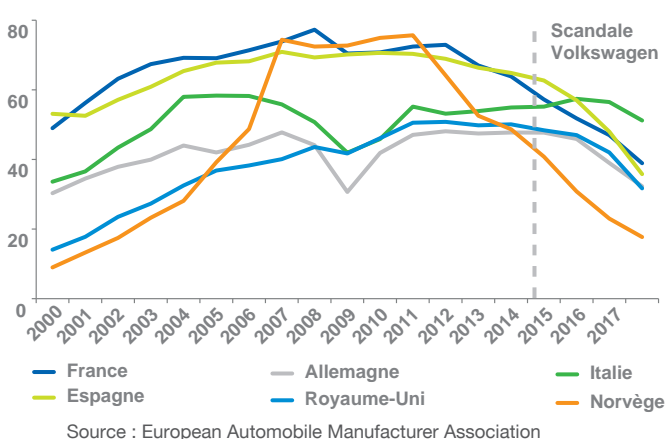
Graphique 6 – Écart entre les émissions officielles et réelles de CO₂ des voitures neuves dans l'Union européenne, en pourcentage



Graphique 7 – Émissions moyennes de CO₂ mesurées en laboratoire et objectifs pour les voitures neuves en UE



Graphique 8 – Part de marché des voitures diesel dans les ventes de voitures neuves en Europe, en %



- TNO / ICCT (2019), « From laboratory to road. A 2018 update of official and "real-world" fuel consumption and CO₂ values for passenger cars in Europe », White Paper, janvier.
- Element Energy / ICCT (2015), « Quantifying the impact of real-world driving on total CO₂ emissions from UK cars and vans », Final report for the Committee on Climate Change, septembre. Par ailleurs, les constructeurs automobiles sous-évaluent le coefficient de charge qu'ils fournissent aux laboratoires pour représenter la résistance au roulement ainsi que la traînée aérodynamique de la voiture lors des tests d'homologation, ce qui explique un autre tiers des écarts. Voir Külwein J. (2016), « The impact of official versus real-world road loads on CO₂ emissions and fuel consumption of European passenger cars », ICCT, White Paper, mai.
- ICCT (2017), « Real-world vehicle fuel consumption gap in Europe at all-time high », Press release, 5 novembre.
- Jato (2019), « CO₂ emissions rise to highest average since 2014, as the shift from diesel to gasoline continues », Press release, 4 mars.
- Le constructeur allemand a admis avoir équipé certaines de ses voitures d'un logiciel capable de tromper les contrôles sur les émissions polluantes, violant ainsi la réglementation anti-pollution.

Cette baisse de 15 à 25 points de base des parts de marché du diesel dans les principaux marchés automobiles européens n'a pas été compensée – pour l'instant – par une augmentation significative des ventes de voitures à faibles émissions, comme cela s'est produit en Norvège (voir ci-dessous). Que ce soit en France, en Allemagne ou au Royaume-Uni, les ventes de voitures électriques étaient encore en 2018 à des niveaux inférieurs à 3 % du marché du neuf.

Par ailleurs, l'engouement depuis 2010 pour les SUV, qui représentaient au début des années 2000 moins de 5 % des ventes de voitures neuves, ne montre pour l'instant aucun signe de ralentissement, avec plus d'1 voiture neuve sur 3 immatriculées en Europe en 2018¹⁹.

Dans les années 2000, la diésélisation des ventes de voitures neuves a permis de compenser la hausse des émissions liée à l'augmentation de leur poids, de leur taille et de leur puissance. Aujourd'hui, la baisse des ventes de motorisations diesel se combine aux effets négatifs de cette mode des SUV pour faire repartir les émissions de CO₂ à la hausse. À l'horizon 2021, cet effet combiné pourrait ajouter 5 à 10 grammes de CO₂ aux émissions moyennes des voitures neuves. Les constructeurs devront alors baisser leurs émissions de CO₂ de 30 g/km (25 %) en trois ans, c'est-à-dire 10 grammes par an, ce qui n'est jamais arrivé ces vingt dernières années.

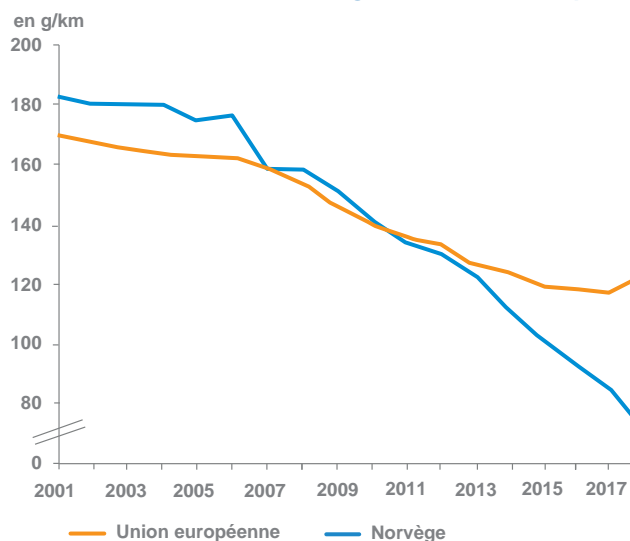
QUELLES MESURES POUR FAIRE BAISSER LES ÉMISSIONS DE CO₂ ET LA CONSOMMATION DES VOITURES ?

Les constructeurs ont déjà beaucoup travaillé ces dix dernières années pour optimiser les rendements des moteurs thermiques, alléger les voitures et améliorer leur aérodynamisme. Aujourd'hui, les deux leviers les plus prometteurs pour parvenir à une baisse de 10 grammes par an sont la réduction de la taille des voitures et leur électrification.

Mener une politique volontariste en faveur de la voiture électrique

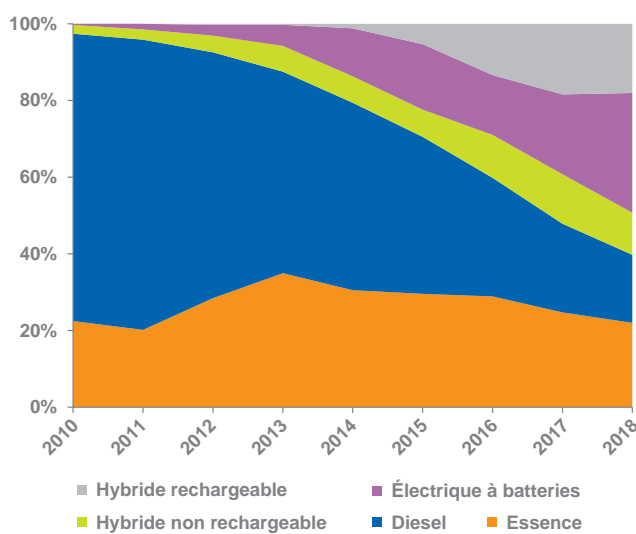
Pour tenir l'objectif de 95 g/km en 2021, les constructeurs devront vendre une proportion significative de voitures à faibles émissions, comme c'est le cas en Norvège, où les émissions moyennes des voitures neuves ont atteint ce seuil dès 2016²⁰ (voir graphique 9). De fait, contrairement à ce qu'on observe dans les autres pays européens, la baisse des ventes du diesel en Norvège a clairement profité aux voitures électriques (voir graphique 10) : presque la moitié des ventes en 2018 étaient électriques.

Graphique 9 – Émissions moyennes de CO₂ des voitures neuves en Norvège et en Union européenne



Source : Norwegian State Budget et Jato (2019)

Graphique 10 – Ventes de voitures neuves en Norvège par type de motorisation en pourcentage



Source : Opplysningsrådet for veitrafikken (OFV)

La Norvège a en effet mis en place depuis plus de vingt-cinq ans un ensemble d'incitations directes et indirectes très favorables au développement de la mobilité électrique²¹ en appliquant à la lettre le principe « pollueur payeur ». C'est un des seuls pays au monde où une voiture électrique coûte moins cher à l'achat que son équivalent thermique. La voiture électrique a bénéficié d'une exemption de la taxe à l'importation dès le début des années 1990, puis d'une taxation réduite de 50 % sur les voitures de société en 2000 et enfin d'une exemption de TVA en 2001. Par ailleurs, de nombreuses incitations indirectes ont vu le jour au niveau national comme au niveau local : exemption

19. Jato (2019), *op. cit.* En France, les SUV ont représenté 36,2 % des ventes de voitures neuves en 2018, selon l'ADEME.

20. ICCT (2019), *European vehicle market statistics. Pocketbook 2018/19.*

21. Auverlot D., Meilhan N., Mesqui B. et Pommeret A. (2018), *Les politiques publiques en faveur des véhicules à très faibles émissions*, France Stratégie, rapport, mai.



de taxe annuelle à la circulation en 1996, péages gratuits en 1997 (autoroutes, ponts, tunnels), parkings gratuits en 1999, accès aux voies de bus à Oslo en 2003 puis au niveau national en 2005 et transport en ferry gratuit depuis 2009.

À l'instar de Londres, les villes européennes pourraient aussi instaurer des zones où ne circuleraient que des véhicules à très faibles émissions. Le véhicule électrique, encore pénalisé par rapport à son équivalent thermique car peu adapté aux longues distances, acquerrait instantanément un bénéfice à l'usage, les véhicules thermiques ne pouvant plus couvrir l'ensemble des besoins de mobilité du quotidien car interdits de centre-ville.

La France vise 35 % de voitures électriques sur le marché du neuf en 2030 puis 100 % en 2040. Mais c'est l'ensemble des « véhicules » décarbonés qu'il faut encourager pour atteindre dès 2030 le facteur 4 dans les transports²², avec une mobilité du quotidien à 80 % décarbonée : marche à pied, vélo, trottinette, covoiturage, vélo électrique, scooter électrique, camionnette électrique, taxi électrique, services de chauffeurs à la demande équipés de véhicules électriques, bus électrique, tramway électrique, métro électrique ou encore train électrique.

Ajouter une composante poids au bonus-malus pour décourager l'achat des SUV

Le poids intervient dans trois des quatre résistances à l'avancement d'une voiture : la traînée de roulement, l'énergie potentielle (dans les montées) et l'inertie (lors des accélérations)²³. Que la voiture soit à propulsion thermique ou électrique, il convient donc avant tout de minimiser son poids pour minimiser sa consommation énergétique. On pourra ainsi réduire la capacité de batteries nécessaire pour couvrir les besoins de mobilité du quotidien, ce qui rendra les voitures électriques plus abordables et limitera leur impact environnemental lors de leur production.

Un bonus-malus indexé non seulement sur les émissions de CO₂ comme aujourd'hui, mais aussi sur le poids du véhicule, comme c'est le cas en Norvège, contribuerait à dissuader les ménages d'acheter des voitures toujours plus grosses et plus lourdes. D'autant qu'ils les utilisent le plus souvent en « autosolistes » : 90 % des allers-retours domicile-travail en France sont effectués avec une seule personne à bord²⁴.

Par ailleurs, un bonus-malus indexé sur le poids aurait un impact direct sur la principale cause de la consommation d'énergie des voitures et limiterait les velléités de contournement des prescriptions par les constructeurs (« cycle beating »), sans attendre 2027 et la mise en place hypothétique d'un mécanisme de réajustement de leurs objectifs 2030 par la Commission européenne (voir encadré 1).

Reprenons l'exemple de l'Audi Q7 et de la Smart ForTwo, qui bénéficient respectivement d'une note environnementale « B » et « E » en Allemagne. En Norvège, la composante poids de la taxe à l'immatriculation s'élève à 20 000 euros pour l'Audi Q7 contre seulement 1 000 euros pour la Smart ForTwo, c'est-à-dire 20 fois moins.

Encadré 1 – Mesurer les émissions réelles de CO₂ des voitures neuves

La mise en place d'un nouveau cycle d'homologation WLTP (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) devrait permettre de réduire l'écart de presque 40 % entre les émissions « officielles » de CO₂, mesurées en laboratoire sur le cycle d'homologation NEDC et celles mesurées en conditions de conduite réelle. Il faudra cependant pratiquer en parallèle des mesures sur route pour s'assurer que la baisse des émissions de CO₂ constatée en laboratoire n'est pas artificielle.

Pour ce faire, la Commission européenne a prévu de s'appuyer sur des données agrégées de la flotte des voitures neuves, qui seront équipées de « boîtes noires » pour mesurer leur consommation réelle de carburant²⁵ à partir de 2021. Si des écarts importants étaient constatés avec les mesures en laboratoire sur la période 2021 à 2026²⁶, la Commission pourrait décider de mettre en place un mécanisme permettant de réévaluer les objectifs 2030 de réduction des émissions de CO₂ des constructeurs concernés afin de s'assurer que la baisse mesurée en laboratoire se traduise bien par une baisse équivalente en conditions de conduite réelle.

Aucune contrainte réglementaire n'est pour l'instant associée à ces mesures de consommation en conditions de conduite réelle, malgré les exhortations de certaines ONG²⁷.

22. Conseil général de l'environnement et du développement durable (2013), *Le facteur 4 en France : la division par 4 des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050*, ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'Énergie, rapport final, février.

23. Inter Action (2009), *Réflexions sur l'énergétique des véhicules routiers*, par Mathieu Barreau et Laurent Boutin, mai.

24. Commissariat général au Développement durable (2014), « Le covoiturage pour les déplacements domicile-travail : quel potentiel ? », *Études & Documents*, n° 107, juin.

25. Conseil de l'Union européenne (2019), « Normes d'émissions de CO₂ pour les voitures et les camionnettes : le Conseil confirme un accord sur des limites plus strictes », *op. cit.*

26. Commission européenne (2019), « Post-2020 CO₂ emission performance standards for cars and vans », Policy.

27. Transport & Environment / Deutsche Umwelthilfe (2019), « Get Real testing campaign: why new laboratory tests will do little to improve real-world fuel economy », mars.

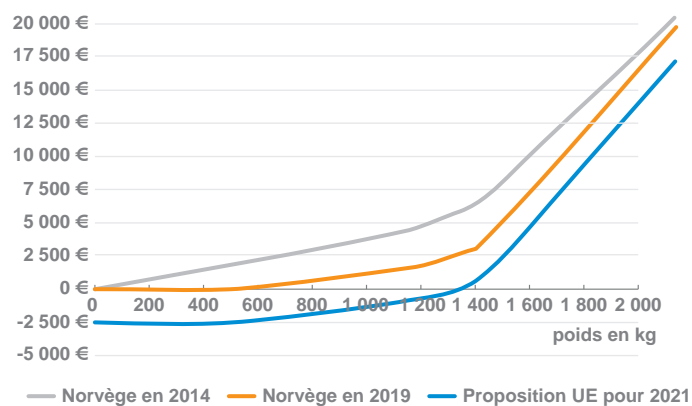
Ces dernières années, la Norvège a progressivement abaissé la fiscalité des voitures pesant moins de 1,4 tonne tout en maintenant une fiscalité élevée pour les voitures les plus lourdes (voir graphique 11). Cette composante poids s'élève en 2019 à 1 250 euros pour une voiture d'1 tonne, soit dix fois moins que pour une voiture de 1,8 tonne mais aussi trois fois moins que pour la même voiture en 2014.

En s'inspirant de la Norvège, l'Union européenne pourrait instaurer un bonus-malus indexé sur le poids qui permettrait à une voiture de 900 kg comme la Smart ForTwo de bénéficier d'un bonus de 1 500 euros à l'achat, tandis qu'une Audi Q7 devrait s'acquitter d'un malus de 17 500 euros. En France, cette somme viendrait en sus du malus CO₂ plafonné à 10 500 euros pour toute voiture émettant plus de 190 grammes de CO₂/km.

Un bonus-malus indexé sur les émissions de CO₂ et sur le poids serait socialement plus équitable car il réduirait la fiscalité des véhicules les plus légers et les plus sobres en carburant en augmentant significativement celle des véhicules les plus lourds, les familles nombreuses continuant de bénéficier de minorations²⁸. Ce dispositif donnerait aussi aux ménages modestes un accès à moyen terme à des véhicules d'occasion plus sobres en carburant et donc plus économiques à l'usage.

Une telle mesure inciterait les constructeurs automobiles à développer des voitures plus légères et plus sobres en énergie, bénéficiant au plus grand nombre, et mettrait fin au développement exponentiel des SUV, y compris ces « tanks » électriques de plus de 2 tonnes au gain environ-

Graphique 11 – Bonus-malus indexé sur le poids des voitures : évolution en Norvège et proposition pour l'Union européenne



Source : Gouvernement norvégien et France Stratégie

nemental plus que limité. Comme le rappelait récemment l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), une voiture électrique offre un gain environnemental d'autant plus important que son usage est intensif et que la taille de sa batterie est contenue et adaptée à un usage au quotidien²⁹, c'est-à-dire moins de 60 km par jour pour 80 % des Français (voir encadré 2 page suivante).

La batterie de 75 kWh d'une Tesla Model 3 permettrait de couvrir 80 % des usages d'une flotte de cinq voitures si elle était répartie équitablement en cinq batteries de 15 kWh, que ce soit dans des voitures électriques légères (presque 200 km d'autonomie pour la e-city 48 V de Valeo qui pèse seulement 600 kg et consomme 8 kWh aux 100 km³⁰) ou dans des voitures hybrides rechargeables (60 km d'autonomie électrique³¹). En étant allouée à un seul véhicule, cette batterie de 75 kWh ne couvre que 20 % des usages de cette flotte. À titre d'illustration, la première version de la Renault Zoé, équipée d'une batterie de 22 kWh, permet de couvrir la grande majorité des trajets du quotidien et pourrait donc remplacer la seconde voiture, souvent d'occasion, que possèdent 30 % des ménages français.

Pour être efficace, cette nouvelle fiscalité automobile doit être harmonisée au niveau européen, comme l'envisageait dans son second pilier la stratégie de réduction des émissions de CO₂ que la Commission européenne n'était pas parvenue à mettre en place à la fin des années 1990. À défaut d'accord entre les partenaires européens, ce bonus-malus pourra être appliqué au niveau national par les États membres qui souhaitent mettre en place une politique ambitieuse de baisse des émissions de CO₂ du secteur du transport afin de respecter leurs engagements de l'accord de Paris.

Promouvoir une mobilité du quotidien décarbonée

Pour atteindre dès 2030 une mobilité du quotidien à 80 % décarbonée, c'est l'ensemble des modes décarbonés qu'il faut encourager, de la marche à pied au transport en commun en passant par le vélo. Cependant, pour une grande partie de la population, la voiture individuelle reste aujourd'hui la seule solution pour se déplacer : ce sont ces personnes qu'il faut encourager à utiliser des voitures électriques pour la mobilité du quotidien.

Pour les particuliers, une voiture à faibles émissions pourrait ainsi obtenir un rabais proportionnel à son utilisation en mode électrique. Une voiture électrique à batterie (VEB), qui roule uniquement en mode électrique, obtiendrait donc 100 % de rabais sur cette composante indexée sur

28. Voir sur le site service-public.fr les cas de minoration ou d'exonération du malus.

29. IFP Énergies nouvelles (2018), « Bilan transversal de l'impact de l'électrification par segment. Projet E4T », ADEME, rapport, avril.

30. *Le Parisien* (2018), « Voiture électrique : nous avons testé la e-City de Valeo », 5 décembre.

31. Hardman S., Plotz P., Tal G., Axsen J., Figenbaum E., Karlsson S. et al. (2019), « Exploring the role of plug-in hybrid electric vehicles in electrifying passenger transportation », UC Davis, Plug-In Hybrid & Electric Vehicle Research Center, *Policy Brief*, avril.

Encadré 2 – L'impact environnemental des voitures électriques

Si la voiture électrique n'émet pas de CO₂ en « sortie du pot d'échappement », son gain environnemental sera d'autant plus important que les émissions de CO₂ liées à sa fabrication seront contenues et que l'électricité utilisée pour charger et recycler sa batterie sera décarbonée.

Qu'une voiture soit électrique, diesel ou à essence, sa fabrication nécessite la même quantité d'énergie. En revanche, la fabrication de la batterie consomme autant d'énergie que celle de la voiture elle-même. La consommation d'énergie associée à la fabrication d'une voiture double avec une batterie de 50 kWh, dont la plupart des voitures électriques neuves devraient être équipées dès 2020.

Par conséquent, le mix électrique du pays où est fabriquée puis utilisée la voiture électrique a un impact important sur le gain environnemental calculé sur le cycle de vie. Ce gain sera élevé dans les pays à électricité fortement décarbonée comme la France mais limité dans des pays utilisant encore beaucoup de charbon comme l'Allemagne, la Pologne ou la Chine.

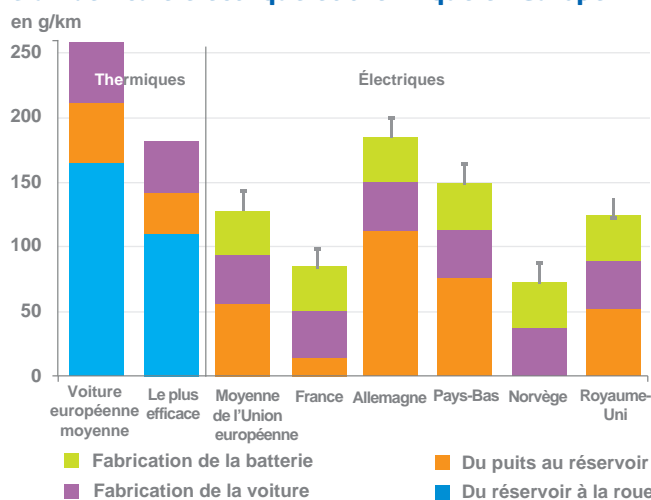
Les bénéfices sur la qualité de l'air sont quant à eux importants, quel que soit le mix électrique, étant donné qu'aucune particule n'est émise à l'échappement alors que les véhicules essence et diesel sont autorisés à émettre jusqu'à 600 milliards de particules par kilomètre, en plus de leurs émissions de dioxyde d'azote.

le poids, dans la limite d'un poids maximal. Une voiture hybride rechargeable (VHR) bénéficierait quant à elle d'un rabais proportionnel à la part des trajets quotidiens couverte en mode électrique : une batterie offrant une autonomie électrique réelle de 60 km permet de couvrir 80 % des trajets quotidiens en mode électrique.

Pour les voitures de société, qui sont généralement assujetties à une fiscalité annuelle (taxe sur les véhicules de société en France) et dont le conducteur ne paie souvent pas le carburant, un rabais sur ce bonus-malus annuel pourrait être calculé chaque année pour les voitures hybrides rechargeables (VHR) en faisant remonter les données de consommation réelle de carburant des « boîtes noires », comme le prévoit la Commission européenne à partir de 2021³⁴. Cela permettrait de s'assurer qu'elles sont rechargées régulièrement et utilisées la majorité du temps en

Par ailleurs, le développement des voitures électriques équipées de batteries de forte capacité pourrait compromettre à horizon 2025 la disponibilité de certains métaux rares comme le cobalt, indispensable dans ces batteries offrant une autonomie proche des voitures thermiques³². On risque de créer ainsi une dépendance forte de l'Europe vis-à-vis des pays qui contrôlent son approvisionnement : la République démocratique du Congo qui représente plus de la moitié de l'extraction de cobalt et la Chine qui contrôle déjà 80 % de son raffinage pour les applications de batteries³³.

Graphique 12 – Émissions de CO₂ sur le cycle de vie d'un véhicule électrique et thermique en Europe



Note de lecture : faute de données disponibles, la comparaison des émissions de carbone se fait sur le cycle de production et d'utilisation, et n'intègre pas le recyclage.

Source : ICCT (2018), *Effets de la fabrication de batteries sur les émissions de gaz à effet de serre du cycle de vie des véhicules électriques*

mode électrique. Une voiture de société en mode électrique 80 % du temps se verrait ainsi appliquer un rabais de 80 % sur ce bonus-malus annuel. Cette mesure inciterait aussi les constructeurs à développer des modèles ayant une autonomie suffisante pour couvrir la majorité des trajets quotidiens en mode électrique.

Comme envisagé par la Norvège en 2017³⁵ avec la « Tesla tax », les voitures électriques pesant plus de 2 tonnes pourraient être exclues de ces rabais, la taille importante des batteries limitant les gains environnementaux de la mobilité électrique. Au lieu de bénéficier comme aujourd'hui d'un bonus de 6 000 euros, une Audi e-Tron coûtant plus de 80 000 euros et pesant 2,5 tonnes, dont 700 kg de batteries, devrait alors s'acquitter d'un malus de 10 000 euros, correspondant à la composante poids de ce bonus-malus appliqué à son poids hors batteries³⁶.

32. Alves Dias P., Blagoeva D., Pavel C. et Arvanitidis N. (2018), « Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility », Commission européenne, Centre commun de recherche (Joint Research Institute), Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne.

33. *Financial Times* (2018), « China tightens grip on global cobalt supplies », 14 mars.

34. Transport & Environment (2018), « How fuel consumption meters can be used to deliver real-world CO₂ improvements as part of post-2020 CO₂ standards », *Briefing*, novembre.

35. *Financial Times* (2017), « Norway's electric car owners face "Tesla tax" », 12 octobre.

36. Inclure les batteries dans le calcul augmenterait le malus de 15 000 euros.

Produire les voitures à faibles émissions avec de l'électricité à faibles émissions

Puisque la fabrication de la batterie consomme autant d'énergie que celle de la voiture, produire les batteries en Pologne – le pays à l'électricité la plus carbonée au monde avec 80 % du mix électrique –, comme prévoit de le faire la société coréenne LG Chem³⁷ pour plusieurs constructeurs automobiles européens, limitera les gains environnementaux de ces voitures à faibles émissions équipées de batteries à fortes émissions.

Pour produire ces voitures et leurs batteries avec de l'électricité faiblement carbonée, un prix plancher du carbone ajusté aux frontières de l'Union européenne pourrait être instauré, comme l'a déjà proposé à trois reprises le président de la République³⁸. Un tel dispositif, qui pourrait éventuellement être ciblé sur quelques secteurs clés comme l'industrie automobile, permettrait à la fois de conserver sur le territoire français et européen une plus grande part de la valeur ajoutée dans la fabrication des voitures de demain et d'inciter les industriels à produire leurs voitures à faibles émissions et leurs batteries avec de l'électricité décarbonée³⁹. Cela permettrait aussi d'internaliser la pollution liée à la production sur le territoire européen plutôt que de l'externaliser, ce qui nous encouragerait à découpler nos efforts de réduction de ces émissions.

La probabilité d'obtenir l'unanimité des États membres pour la création d'un prix plancher du carbone ajusté aux frontières de l'Union européenne étant réduite, une norme limitant l'empreinte carbone associée à la production d'une voiture à faibles émissions et de sa batterie pourrait être instaurée à plus court terme dans le cadre d'une procédure de coopération renforcée, réunissant neuf États membres au minimum. Une limite sur le contenu carbone de l'électricité utilisée dans le processus de production permettrait de s'assurer que ces voitures à faibles émissions et leurs batteries sont produites avec une électricité peu carbonée.

Se doter d'un plan industriel pour produire ces véhicules à faibles émissions

Si l'Europe décide de mettre enfin en place ces outils lui permettant de faire baisser les émissions réelles de CO₂ et la consommation de carburant des voitures neuves (voir le tableau récapitulatif page suivante), elle doit impérative-

ment développer, en parallèle de ce plan environnemental, un véritable plan industriel lui assurant à moyen terme son autonomie dans la fabrication de ces voitures à faibles émissions. On pense notamment aux batteries, sur lesquelles les industriels européens ont pour l'instant fait l'impasse face aux géants asiatiques du secteur que sont les sud-coréens LG Chemicals et Samsung SDI, le japonais Panasonic et les chinois BYD et CATL⁴⁰. Si, à moyen terme, l'Union européenne ne parvenait pas à fabriquer ses propres batteries⁴¹, elle se condamnerait à verser pour chaque voiture électrique vendue un coût d'importation significatif et serait dépendante des pays qui contrôlent les matériaux nécessaires à leur fabrication, plus particulièrement de la Chine⁴² (voir encadré 3).

La France et l'Allemagne ont annoncé début mai 2019 la création d'un « Airbus de la batterie » avec la construction d'ici à 2023 de deux usines de production employant chacune 1 500 personnes. L'investissement serait compris entre 5 et 6 milliards d'euros⁴³, dont 1,2 milliard de subventions publiques à valider par la Commission européenne

Encadré 3 – Impact de l'électrification des voitures sur notre balance commerciale

Les voitures particulières utilisées pour le transport individuel consomment chaque année en France environ 23 millions de tonnes équivalent pétrole, ce qui représente 164 millions de barils de pétrole ou encore l'équivalent de 26 milliards de litres de pétrole. La France ne produisant que 1 % de sa consommation⁴⁴, ce sont 10 milliards de dollars de pétrole qui sont importés chaque année pour le transport individuel en voitures particulières⁴⁵.

Atteindre la neutralité carbone à horizon 2050 – cap fixé par le ministre de la Transition écologique et solidaire – implique que l'intégralité des voitures circulant en France soient électriques. Si l'on prend comme hypothèse un parc de 32 millions de voitures électriques équipées chacune d'une batterie de 50 kWh qui coûte 150 \$/kWh à produire, la fabrication de ces batteries représente un coût total de 240 milliards de dollars sur trente ans, soit 8 milliards par an.

Si nous ne fabriquons pas ces batteries sur notre sol, les importations de batteries annuleront donc la grande majorité des économies réalisées sur nos importations de pétrole.

37. Electrek (2018), « LG is investing half a billion in its Polish battery factory to increase production », 30 novembre.

38. Discours pour une Europe souveraine, unie, démocratique, 26 septembre 2017 ; Discours à la Conférence sur la finance durable (Bruxelles), 22 mars 2018 ; Conférence de presse à l'issue du Grand Débat national, 25 avril 2019.

39. Auverlot D., Meilhan N., Mesqui B. et Pommeret A. (2018), *Les politiques publiques en faveur des véhicules à très faibles émissions*, op. cit.

40. Ni J. (2018), « L'avenir de la voiture électrique se joue-t-il en Chine ? », France Stratégie, *La Note d'analyse*, n° 70, septembre.

41. Voir *European battery cell R&I workshop Final report*, Commission européenne, 12 février 2018.

42. Auverlot D., Meilhan N., Mesqui B. et Pommeret A. (2018), *Les politiques publiques en faveur des véhicules à très faibles émissions*, op. cit.

43. *Libération* (2019), « Airbus des batteries : mieux vaut tard que jamais », 3 mai.

44. Ministère de la Transition écologique et solidaire (2019), « Ressources en hydrocarbures de la France », juin.

45. Cette facture fluctue évidemment en fonction du prix du pétrole : elle s'élève à 8 milliards de dollars pour un baril à 50 dollars et grimpe à 13 milliards pour un baril à 80 dollars.



Tableau récapitulatif des leviers possibles pour faire enfin baisser les émissions de CO₂ et la consommation des voitures

		NIVEAU D'APPLICATION		
		Union européenne	Coopération renforcée (9 États membres au minimum)	National
LEVIERS RÉGLEMENTAIRES	<p>Baisse de 37,5 % des émissions moyennes des voitures neuves entre 2021 et 2030</p> <p>Mesure des émissions de CO₂ en conditions de conduite réelle</p> <p>Limite sur le contenu carbone de l'électricité utilisée pour produire les voitures à faibles émissions et leurs batteries</p>	<p>- Adopté par l'Union européenne en avril 2019</p> <p>- L'objectif de réduction de chaque constructeur reste indexé à la masse moyenne des voitures vendues</p> <p>- Relevé de la consommation des voitures neuves par la Commission européenne à partir de 2021</p> <p>- Aucune mesure contraignante prévue avant 2030</p> <p>Majorité qualifiée requise mais difficile à obtenir des États membres à électricité très carbonée</p>	<p>Les États membres ne faisant pas partie de la coopération renforcée ne doivent pas s'y opposer</p>	
	<p>Mise en place d'un prix plancher du carbone ajusté aux frontières de l'Union européenne</p>	<p>Unanimité requise mais difficile à obtenir des États membres à électricité très carbonée</p>		
LEVIERS FISCAUX	<p>Rabais sur la composante poids pour les particuliers proportionnel au facteur d'utilité théorique en mode électrique permis par la batterie</p>			
	<p>Rabais sur la fiscalité annuelle des véhicules d'entreprises proportionnel au facteur d'utilité réel en mode électrique</p>			
	<p>Exemption de rabais pour les voitures électrifiées de plus de 2 tonnes en 2021 (puis 1,5 tonne en 2025)</p>	<p>Unanimité requise mais difficile à obtenir</p>		
	<p>Exemption de rabais pour les voitures électrifiées dont le contenu carbone de l'électricité utilisée pour leur production est supérieur à la limite réglementaire</p>			<p>Ajout possible au bonus-malus existant sur les émissions de CO₂</p>
R&D	<p>Mise au point de batteries avec une teneur en cobalt très limitée</p> <p>Développement d'une filière de recyclage des batteries</p> <p>Développement d'une filière de raffinage des métaux rares : lithium, nickel, cobalt, manganèse, terres rares</p>	<p>Subventions R & D pour réduire les quantités de cobalt par kWh de batteries : chimie alternative, batteries à électrolyte solide</p> <p>Incitations pour s'assurer que le recyclage des batteries a lieu en Europe</p> <p>Mise en place de processus limitant la pollution lors du raffinage de ces métaux et de normes environnementales sévères afin de relocaliser les usines de raffinage et leur pollution</p>		

En orange, les leviers mis en place lors de la publication de cette note

d'ici la fin de l'année 2019. Si cette initiative aboutissait, elle permettrait à des industriels européens d'émerger face aux acteurs asiatiques, sans toutefois leur garantir un accès aux métaux rares comme le cobalt.

Un effort en recherche et développement doit donc être fourni en parallèle au niveau européen pour développer des batteries à très faible teneur en cobalt : batteries « high-tech » à électrolyte solide dans le cadre notamment du consortium européen emmené par Saft⁴⁶, qui vise une industrialisation à horizon 2025 ; ou batteries « low-tech » à chimie alternative comme le lithium fer phosphate (LiFePO₄) pour des batteries ayant une capacité contenue (15 kWh) – adaptée aux voitures électriques légères comme la e-city 48 V développée par Valeo⁴⁷ ou aux voitures hybrides rechargeables.

La mise en place d'une filière de recyclage de ces batteries – un « Airbus du recyclage » qui s'appuierait sur les champions européens Umicore et Valdi (Eramet) – sera aussi nécessaire pour réduire notre dépendance à l'égard de pays tiers pour nos approvisionnements en métaux rares. Des travaux récents de la Commission européenne⁴⁸ estiment

que le recyclage de 90 % des batteries de voitures électriques après huit ans de durée de vie permettrait de couvrir 10 % des besoins en cobalt de l'Union européenne pour les voitures électriques à horizon 2030.

À l'instar de la Chine qui a longtemps favorisé le développement de ses champions nationaux sur les batteries⁴⁹, l'Europe pourrait conditionner l'octroi de ses aides aux voitures électrifiées qui respectent une limite – à définir – sur le contenu carbone de l'électricité utilisée dans leur processus complet de production. Le temps presse, car les premières voitures électriques fabriquées en Chine arriveront sur le marché européen dès cette année. La première voiture électrique de Volvo, la Polestar 1, sera fabriquée à Chengdu et commercialisée en Europe à partir de mi-2019⁵⁰. BMW lui emboîtera le pas dès 2020 avec la commercialisation en Europe de son SUV électrique iX3, dont la production sera assurée par son usine chinoise de Shenyang⁵¹. Et Daimler a récemment annoncé que la production de la Smart, installée depuis vingt ans à Hambach en Moselle, déménagerait en Chine à partir de 2022, dans le cadre d'un nouveau partenariat avec Geely, le constructeur chinois propriétaire de Volvo⁵².

CONCLUSION

Si on veut réduire fortement les émissions de CO₂ des voitures particulières, il est essentiel de réorienter le marché vers des voitures plus légères et moins émettrices. Et si on veut que la voiture électrique soit réellement une solution d'avenir pour la mobilité individuelle, il faut dès aujourd'hui en limiter les externalités environnementales liées en particulier à leur production. C'est le sens des mesures proposées dans cette note – un bonus-malus indexé sur les émissions de CO₂ et le poids des voitures, couplé à une norme sur l'empreinte carbone associée à la production des voitures à faibles émissions et à leurs batteries.

Ces mesures devront être mises en place au niveau européen afin d'en maximiser l'impact environnemental. De cette manière, le secteur du transport pourra enfin contribuer positivement à l'atteinte des objectifs ambitieux de l'accord de Paris, après avoir été le mauvais élève du protocole de Kyoto.

Mots clés : émissions de gaz à effet de serre, constructeur automobile, voiture électrique, bonus-malus, empreinte carbone

46. *L'Usine nouvelle* (2018), « Saft forme une alliance pour développer une batterie lithium-ion solide », 22 février.

47. *Le Parisien* (2018), « Voiture électrique : nous avons testé la e-City de Valeo », 5 décembre.

48. Alves Dias P., Blagoeva D., Pavel C. et Arvanitidis N. (2018), « Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility », *op. cit.*

49. Ni J. (2018), « L'avenir de la voiture électrique se joue-t-il en Chine ? », *op. cit.*

50. *Challenges* (2019), « Polestar 1 : une Volvo sportive fabriquée en Chine à plus de 150 000 € ! », 25 avril.

51. *Challenges* (2018), « BMW Concept iX3 : le SUV électrique s'annonce », 25 avril.

52. *Les Échos* (2019), « Smart abandonne la Moselle pour la Chine », 28 mars.

Directeur de la publication : Gilles de Margerie, commissaire général ; directeur de la rédaction : Cédric Audenis, commissaire général adjoint ;
secrétaires de rédaction : Olivier de Broca, Valérie Senné ; impression : France Stratégie ; dépôt légal : juin 2019 - N° ISSN 2556-6059 ;
contact presse : Flavio Leoni, Chargé de communication - Édition-Communication-Événements, 01 42 75 60 30, flavio.leoni@strategie.gouv.fr

RETROUVEZ LES DERNIÈRES ACTUALITÉS DE FRANCE STRATÉGIE SUR :



France Stratégie est un organisme d'études et de prospective, d'évaluation des politiques publiques et de propositions placé auprès du Premier ministre. Lieu de débat et de concertation, France Stratégie s'attache à dialoguer avec les partenaires sociaux et la société civile pour enrichir ses analyses et affiner ses propositions. Elle donne à ses travaux une perspective européenne et internationale et prend en compte leur dimension territoriale.