

# Les quatre paradoxes de la transition écologique de l'automobile européenne

Par Aloïs KIRCHNER

Ancien directeur de cabinet de la ministre chargée de l'Industrie

La transition énergétique dans le secteur automobile est essentielle pour atteindre les objectifs climatiques français et européens. Pour autant, les actions mises en œuvre se heurtent à quatre paradoxes, qu'il faudra surmonter pour réussir cette transition :

- la réglementation relative à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> du réservoir à la roue, à l'exclusion des autres sources qui représentent pourtant désormais la majorité des émissions des véhicules neufs ;
- le pilotage des restrictions imposées en matière de circulation des véhicules sur la base des vignettes Crit'air, conduisant à l'interdiction de l'accès à certaines villes pour des véhicules pourtant plus vertueux que d'autres qui restent autorisés à y pénétrer ;
- l'incapacité à déployer des politiques de soutien à la production de véhicules sur le sol européen qui soient suffisamment puissantes pour enrayer la chute des emplois associés ; une situation qui bénéficie à des sites de production non soumis aux mêmes normes environnementales ;
- et la hausse du prix des véhicules « vertueux », conduisant à un ralentissement du renouvellement du parc et au maintien d'un niveau élevé de pollution et d'émissions carbone.

## Le CO<sub>2</sub>

En juin dernier, le Parlement européen s'est prononcé en faveur de la fin de la vente de véhicules thermiques après 2035. Ce choix est volontariste et justifié par l'urgence écologique. Il n'en conduit pas moins à une situation paradoxale.

Après 2035, il restera en effet possible de vendre un véhicule entièrement fabriqué en Chine, dont l'acier et la batterie auront été produits grâce à une quantité de charbon représentant en équivalent émissions plusieurs dizaines de kilomètres de roulage d'un véhicule thermique. La vente d'un véhicule hybride rechargeable fabriqué en Europe à base d'une électricité bas-carbone et roulant aux biocarburants, à l'exception peut-être des carburants synthétiques (« e-fuels »), sera, quant à elle, interdite.

Pourtant, cela ne se justifie pas du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub>. En effet, la batterie d'un véhicule 100 % électrique est cinq à six fois plus grosse que celle d'un hybride rechargeable. Cet accroissement

de la taille de la batterie correspond à un contenu carbone additionnel de l'ordre de 5 à 6 tonnes de CO<sub>2</sub>, soit l'équivalent – selon les hypothèses retenues – de 100 000 à 180 000 km d'utilisation en vie réelle d'un hybride rechargeable régulièrement rechargé. Le 100 % électrique est parfait pour de petites voitures destinées uniquement aux trajets du quotidien, mais si vous avez besoin, comme la plupart des Français, de ne réaliser chaque année qu'un petit nombre de longs trajets<sup>(1)</sup>, il vous sera bien plus utile de disposer d'un véhicule hybride rechargeable doté d'une batterie justement dimensionnée, que d'une voiture 100 % électrique lestée de plus de 600 kg de batteries ! (voir le Tableau 1 de la page suivante)

<sup>(1)</sup> Un Français réalise, en moyenne, quatre voyages par an distants de plus de 100 km de son domicile, <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-11/datalab-essentiel-138-mobilite-longue-distance-2016-fevrier2018.pdf>

	Cf. notes	2021		2022	
		PHEV (1)	BEV (2)	PHEV (1)	BEV (2)
Taille de la batterie (kWh)	(A)	12	72	20	90
Intensité carbone de la batterie (kg/kWh)	(B)	100	100	60	60
Contenu carbone initial (t)	(C)	1,2	7,2	1,2	5,4
Consommation d'essence en vie réelle (L/100 km)	(D)	3	0	1,5	0
Émissions en usage réel (eq. gCO <sub>2</sub> /km)	(D')	69	0	35	0
Part du temps de parcours en mode thermique	(E)	43 %	0 %	21 %	0 %
Intensité carbone du mix électrique européen (g/kWh)	(F)	275	275	200	200
Consommation d'électricité en mode 100 % électrique (kWh/km)	(G)	0,16	0,16	0,16	0,16
Émissions moyennes de CO <sub>2</sub> par km	(H)	93	44	59	32
Kilométrage au bout duquel l'équivalence carbone est atteinte	(I)	122 093		154 737	

Tableau 1 : Émissions de CO<sub>2</sub> d'un véhicule électrique à batterie (BEV) comparées à celles d'un véhicule hybride rechargeable (PHEV).

Notes :

(A) Benchmark du marché pour 2021 ; dire d'expert pour 2025.

(B) Recharge des batteries réalisée à partir d'une électricité issue à 100 % de charbon en 2021 ; et à 100 % d'origine renouvelable en 2025<sup>(2)</sup>.

(C) Égal à A x B.

(D) Pour 2021, hypothèse est faite que les PHEV effectivement rechargés émettent deux fois plus de CO<sub>2</sub> en vie réelle que leur valeur d'homologation (hypothèse faite sur la base d'échanges avec les constructeurs et d'une étude de la littérature<sup>(3)</sup>). En 2025, l'hypothèse est celle d'une amélioration, d'une part, à la hausse de la capacité des batteries et, d'autre part, des infrastructures de recharge.

(E) Calculé en faisant l'hypothèse d'une consommation en mode 100 % thermique de 7 L/100km.

(F) Intensité constatée en 2021 ; hypothèse de progrès correspondant aux objectifs fixés par la Commission européenne.

(G) Données constructeurs et énergéticiens.

(H) Calcul correspondant à :  $(D' + (1 - E) \times F) \times G$ .(I) Calcul correspondant à :  $(C2 - C1) / (K1 - K2)$ .

<sup>(2)</sup> Selon une étude de 2019 de l'Institut de recherche environnementale suédois (IVL), le contenu carbone d'une batterie de véhicule électrique ou celui du PHEV sont compris entre 60 et 100 kg de CO<sub>2</sub>/kWh selon le mix énergétique utilisé pour leur production (<https://www.ivl.se/download/18.14d7b12e16e3c5c36271070/1574923989017/C444.pdf>)

<sup>(3)</sup> PLOTZ Patrick, MOLL Cornelius, BIEKER Georg, MOCK Peter & LI Yaoming (2020), *Real-world usage of plug-in hybrid electric vehicles*, septembre.

L'alternative qui était proposée aux députés européens – à savoir, limiter à 90 % l'objectif de réduction d'émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules neufs vendus en 2035 – n'en était pas moins insatisfaisante. En effet, en la limitant aux émissions de CO<sub>2</sub> calculées « du réservoir à la roue » (*tank to wheel*), elle ne créait pas d'incitation à la décarbonation sur les autres maillons de la chaîne, qui représenteront à l'horizon 2035 nettement plus de la moitié des émissions d'un véhicule tout au long de son cycle de vie. Il est pourtant essentiel de s'assurer que les batteries soient produites à base d'électricité bas-carbone, avec du nickel et du lithium extraits dans des conditions responsables, et aussi que l'acier soit issu de technologies propres, et non de hauts-fourneaux dévorant des milliers de tonnes de charbon. De même, il faudra veiller à ce que les carburants alimentant les moteurs thermiques qui resteront en circulation au-delà de cette date, soient bien issus de sources renouvelables.

Voulant aller vite, le Parlement européen et la Commission, avec le soutien de la diplomatie française, ont renvoyé à plus tard ces questionnements fondamentaux. Dans une prophétie autoréalisatrice (face à une telle régulation, quel industriel oserait poursuivre ses investissements dans des technologies alternatives ?), ils sacrifient le moteur thermique et prescrivent une solution unique, celle du véhicule électrique à batterie. En s'engageant ainsi dans un basculement radical vers une solution qu'elle maîtrise moins bien que d'autres de ses concurrents, l'Europe risque de se retrouver démunie et fortement exposée : démunie, si cette solution n'était pas la bonne ou n'était pas la seule à s'imposer au niveau mondial, et exposée à

toutes les crises liées aux matières premières et aux technologies de la batterie, dont l'Europe est loin d'être le premier acteur et où une concurrence féroce règne, en témoignent les premiers effets de l'Inflation Reduction Act sur les choix d'implantation des usines de batteries initialement promises à l'Europe, mais qui bien vite ont été relocalisées aux États-Unis.

Alors, quelles alternatives ? Elles restent à définir, mais elles nécessitent en tout cas d'affronter la complexité posée par ces sujets dans le but de mettre en place un cadre réglementaire technologiquement neutre et traitant globalement les émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules tout au long de leur cycle de vie, et qui soit à même de rester stable dans la durée et de favoriser les innovations, sans sacrifier les acquis de l'industrie automobile européenne.

## Les polluants locaux

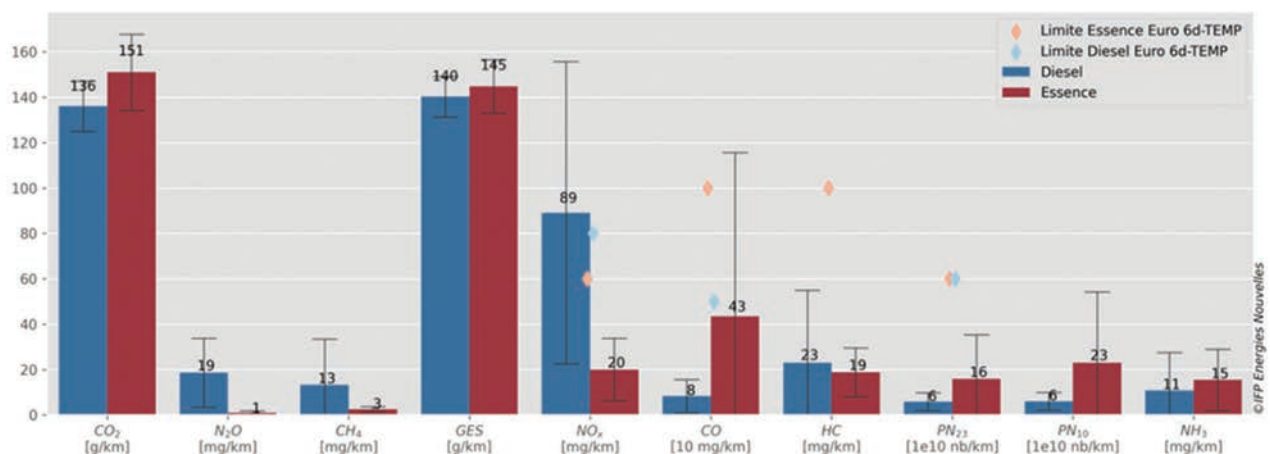
Le second paradoxe concerne les émissions de polluants au niveau local (particules fines, oxydes d'azote), qui ne présentent pas un enjeu climatique global, mais constituent un enjeu de santé publique dans les zones métropolitaines denses et dans certaines vallées mal ventilées.

En France, depuis l'entrée en vigueur de la LOM de décembre 2019, l'instauration de zones à faibles émissions (ZFE), où sont imposées des restrictions de circulation aux véhicules les plus émetteurs de polluants, est obligatoire lorsque les normes de qualité de l'air ne sont pas respectées de manière régulière sur le territoire de la commune ou de celui de l'EPCI compétents pour créer de telles zones. Au 1<sup>er</sup> janvier 2021, quatre collectivités ou groupements de collectivités avaient déjà mis en place des ZFE (Grenoble, Lyon, la métropole du Grand Paris et Paris) et sept étaient en cours d'instauration (métropole d'Aix Marseille Provence, métropole Nice Côte d'Azur, métropole Toulon Provence Méditerranée, Toulouse Métropole, Montpellier Méditerranée, l'Eurométropole de Strasbourg et la métropole Rouen Normandie). Ces zones concernaient environ 9 millions d'habitants en 2022.

Les restrictions de circulation imposées dans ces ZFE sont fondées sur la nomenclature Crit'air des véhicules, qui souffre de certaines incohérences.

À titre d'exemple, les diesels sont exclus du niveau le plus élevé de la nomenclature (Crit'air 1), y compris dans leurs versions les plus récentes (norme Euro 6d temp et normes postérieures), alors que ces véhicules sont à de nombreux égards moins émetteurs que des véhicules essence similaires : ainsi, les véhicules essence émettent 5 fois plus de monoxyde de carbone et 2,8 fois plus de particules fines que les véhicules diesel, mais ces derniers émettent 4,5 fois plus d'oxydes d'azote. Ils sont par ailleurs nettement moins polluants que des véhicules essence Euro 5, qui bénéficient pourtant de la vignette Crit'air 1 (voir le graphique ci-dessous).

Cette nomenclature est par ailleurs mal adaptée à l'arrivée des véhicules électriques et hybrides rechargeables, car elle ne prend en compte que les émissions issues des gaz d'échappement. Or, les particules fines résultant du freinage et de l'usure des pneumatiques ont une toxicité potentiellement comparable à celles issues des gaz d'échappement<sup>(4)</sup> (même si ce sujet est toujours l'objet d'un débat scientifique et technique). Elles représentent en outre une part de plus en plus significative des émissions : alors que les émissions liées au fonctionnement des moteurs ont diminué au cours des vingt dernières années, sous l'impulsion de politiques ciblées favorisant les évolutions technologiques les plus adaptées, les autres émissions (celles imputées aux freins, aux pneumatiques) ont augmenté du fait notamment de l'alourdissement des véhicules ; elles représentent désormais la majorité des particules émises par les véhicules<sup>(5)</sup>. Si des données fondées sur une méthodologie homogène et fiable ne sont pas encore disponibles, l'on estime néanmoins que l'utilisation des freins représente de



Comparaison des émissions de polluants de véhicules essence et diesel Euro 6d temp en conditions réelles – Source : IFPEN, « Étude Émissions Euro 6d-TEMP », décembre 2020.

16 à 55 % des émissions de particules fines PM<sub>10</sub> en milieu urbain et que les pneumatiques seraient responsables de 5 à 30 % de ces mêmes émissions<sup>(6)</sup> ; avec un minimum qui serait non pas de 5 %, mais, plus probablement, de 11 % selon une récente évaluation<sup>(7)</sup>.

L'amélioration de la qualité de l'air dans les zones denses est une priorité indiscutable de santé publique. Mais du fait d'outils inadaptés, en l'occurrence créés en réaction à la crise du dieselgate et non révisés depuis, on envisage d'interdire à la circulation des millions de véhicules, tout en laissant libres de circuler d'autres véhicules parfois plus polluants. Là encore, résoudre ce paradoxe sera essentiel pour rendre acceptable cette nécessaire transition, en fondant les restrictions de circulation sur les volumes de polluants véritablement émis et en instaurant des soupapes de décompression permettant à de vieux véhicules relativement polluants mais roulant peu de continuer à circuler occasionnellement dans les zones restreintes (les économistes préconiseront naturellement la mise en place d'un péage urbain proportionnel au niveau de pollution générée ; une solution économiquement optimale, mais politiquement inapplicable en France...) (voir le Tableau 2 ci-dessous).

## L'emploi et la production industrielle française et européenne

Dans les arbitrages relatifs à la transition écologique du secteur automobile, la question de l'emploi et de la localisation de la production industrielle apparaît comme un non-dit : « l'intendance suivra ».

Il existe pourtant une convergence d'intérêts entre une transition écologique efficace et la localisation de la production en Europe. L'Union européenne est en effet l'une des zones du monde ayant le plus haut degré d'exigence environnementale et où l'énergie a le contenu carbone le plus faible.

Imposer des exigences au niveau de la localisation de la production des véhicules propres, soit directement comme l'ont fait les États-Unis dans le cadre de l'IRA, soit indirectement au travers des obligations concernant le contenu carbone et l'impact environnemental des matériaux utilisés pour produire les véhicules concernés, apparaît être une mesure de bon sens.

	Valeur totale du parc estimée à fin 2020 (Md€)	Nombre de véhicules estimé à fin 2020 (en millions)	Date d'interdiction de la circulation de la ZFE Grand Paris	Date d'interdiction pour les métropoles dépassant les seuils de pollution <sup>(8)</sup>
Crit'air 1 ou 0	144,79	9,2	-	-
Crit'air 2	151,66	13,0	Initialement fixée au 1 <sup>er</sup> janvier 2024 ; en cours de report	-
Crit'air 3	58,19	10,7	Initialement fixée au 1 <sup>er</sup> juillet 2022 ; report à fin 2024	1 <sup>er</sup> janvier 2025
Crit'air 4	17,05	4,0	1 <sup>er</sup> juin 2021	1 <sup>er</sup> janvier 2024
Crit'air 5	4,52	1,5	1 <sup>er</sup> juin 2021	1 <sup>er</sup> janvier 2023
Non classé	5,14	2,4	1 <sup>er</sup> juin 2021	-

Tableau 2 : Nombre et valeur des véhicules concernés par les interdictions de circulation en ZFE – Source : CCFA (chiffres de ventes ayant servi pour estimer le parc en circulation âgé de quatre ans et moins), UTAC-OTC (données du contrôle technique pour estimer les véhicules en circulation âgés de plus de quatre ans), Argus (valeur des véhicules) et calculs de l'Institut (IVL).

<sup>(6)</sup> GRIGORATOS T. & MARTIN G. I. (2014), "Nonexhaust traffic related emissions. Brake and tyre wear PM", *Literature Review*, Commission européenne, Joint Research Centre.

<sup>(7)</sup> BAENSCH-BALTRUSCHAT Beate, KOCHER Birgit, STOCK Friederike & REIFFERSCHIED Georg (2020), "Tyre and road wear particles (TRWP) – A review of generation, properties, emissions, human health risk, ecotoxicity, and fate in the environment", *Science of The Total Environment*, volume 733.

<sup>(8)</sup> La loi Climat et Résilience de 2021 prévoit la mise en place de ZFE mobilité (ZFE<sub>m</sub>) dans les agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants d'ici le 31 décembre 2024, soit 33 nouvelles ZFE<sub>m</sub>. Dans les 10 métropoles qui enregistrent des dépassements réguliers des valeurs limites de la qualité de l'air, des interdictions de circulation pour les véhicules sont automatiquement prévues, en fonction de la vignette détenue.

En l'état actuel, la réglementation est pourtant tout autre : le mode de fonctionnement prévu du mécanisme d'ajustement carbone aux frontières, dont l'application se limitera à quelques produits de base et se comblera à l'absence d'une prise en compte dans la réglementation des émissions de CO<sub>2</sub> sur l'ensemble du cycle de vie des véhicules, donnera un avantage net à des véhicules importés, en particulier originaires de Chine, bénéficiant de coûts de production plus bas au niveau des batteries ou de l'acier, mais qui s'accompagnera de dommages environnementaux plus importants. Il ne s'agit pas d'un scénario théorique, mais bien d'une réalité déjà visible : la percée de constructeurs chinois « 100 % électriques » sur le marché européen est en cours, soit directement (à l'instar, par exemple, du constructeur britannique MG, racheté par SAIC), soit indirectement (une bonne partie des Tesla circulant en Europe est aujourd'hui fabriquée en Chine, et Renault teste à Madrid, sous sa marque Mobilize, des « Limo » produites par son partenaire chinois).

Cette fois-ci, le paradoxe à résoudre ne se situe plus au niveau national, mais au niveau européen, avec des intérêts commerciaux fondamentalement divergents entre, d'une part, l'Allemagne et certains pays nordiques, qui dépendent fortement de leur commerce extérieur, et, d'autre part, les pays du Sud, plus exposés au marché intérieur et globalement importateurs nets.

Ce réaligement des intérêts, entre emploi industriel et transition écologique, est pourtant l'un des facteurs essentiels de succès.

## Le coût des voitures

*Last but not least*, cette transition écologique ne réussira que si les automobilistes peuvent effectivement renouveler leurs véhicules pour utiliser des modèles récents peu émetteurs, faute de quoi on risque d'assister à une « havanisation » du parc automobile européen. Là encore, le risque n'est pas théorique, mais bien une tendance de fond, avec la hausse de l'âge moyen des acheteurs de voitures neuves concomitamment à la hausse rapide du prix des véhicules neufs, qui est passé de 20 000 € à 27 000 € entre 2010 et 2020, avant de bondir à 32 600 € en 2022, sous l'effet des tensions dans les chaînes d'approvisionnement, soit une hausse bien plus rapide que l'inflation générale. Dans ce contexte, la convergence des prix entre les véhicules thermiques et ceux électriques, annoncée un temps pour 2026<sup>(9)</sup>, ne semble pas encore à portée de main. Or, les politiques publiques de soutien à la demande se heurtent déjà aux capacités limitées des finances publiques, avec la baisse de 1 000 € en 2023 du bonus électrique. Ce quatrième paradoxe, qu'est l'incapacité apparente d'organiser le renouvellement du stock de véhicules pour optimiser globalement les émissions de CO<sub>2</sub> du parc automobile en fonctionnement, s'explique finalement assez simplement : rendre apparents les coûts réels de la transition, et donc son impact social, la rendrait probablement insupportable. Elle est donc globalement passée sous silence, au nom de l'urgence écologique. Pour autant, si l'on veut sauver le climat, il faudra bien là aussi sortir tôt ou tard de l'ambiguïté !

<sup>(9)</sup> "Hitting the EV Inflection Point", étude réalisée par Bloomberg New Energy Finance (BNEF) pour Transport & Environnement (T&E), mai 2021, <https://www.transportenvironment.org/discover/hitting-the-ev-inflection-point/>